



universität
wien

MAGISTERARBEIT

„Ist die Handgriffkraft ein geeignetes Vorhersage-
instrument für die Mortalität bei Personen im Alter 50+?“

Verfasser

Kai Erich Erwin Scheve (Bakk.rer.nat)

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, im Juli 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 066 826

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Magisterstudium Sportwissenschaft UG2002

Betreuer:

Univ-Prof. Dr. Norbert Bachl

Vorwort

„Im Grunde haben die Menschen nur zwei Wünsche: Alt zu werden und dabei jung zu bleiben“, Peter Bamm (Müller, 2012).

Die spezifische Themenwahl des Alterssports, der Handgriffkraft und der Mortalität erfolgte aufgrund eines trainingswissenschaftlichen Seminars, in dem ich das Interesse am Alterssport entdeckt habe. Während des Schreibens ist mir immer stärker bewusst geworden, welche Bedeutung die Gesundheitsförderung und Altersvorsorge hat und welch besonderen Stellenwert die Kraft, besonders im Altersgang, besitzt. Von einer nachlassenden Kraftfähigkeit und Leistungseinbußen, besonders bei alltäglichen Dingen im Leben und den daraus resultierenden Problemen des Kraftverlusts im Alter, waren immer mehr Menschen meines beruflichen und besonders meines privaten Umfelds betroffen, wie meine Großmutter, die leider während der Fertigstellung meiner Arbeit verstorben ist. Sie war ein lebendes Beispiel für die Thematik dieser Arbeit.

Auch aus beruflicher Sicht während meiner Tätigkeit im angewandten Trainingsbereich, hat sich gezeigt, was alles mit Bewegung und Sport, besonders in späteren Lebensphasen, erreicht werden kann. Viele Beobachtungen und Erlebnisse, die ich bisher sammeln konnte, zeigten, dass ein früher Einstieg in den Sport, der Wille und die Motivation sehr hilfreich sind. Die Sinnhaftigkeit eines aktiven und gesunden Lebens wird durch meine Arbeit untermauert und führt vor Augen, was das traurige Fazit bei Nichtanwendung ist. Ein Einstieg in ein bewegungsaktives Leben im höheren Alter kann hingegen auch hohe Leistungen und Leistungssteigerungen mit sich bringen. Bei der Messung der Kraft, im Besonderen der Handgriffkraft, kann eine Vorhersage über die Anfälligkeit von körperlichen Umständen wie Gebrechlichkeit, Morbidität oder auch Behinderungen getroffen werden. Durch ein Kraft- und Bewegungstraining können Rückschläge, wie Schlaganfälle, Krebs, Osteoporose und altersbedingte Krankheiten reduziert, bzw. kann ihnen sogar entgegengewirkt werden. Seine Kraft zu verbessern, heißt seine Stabilität, seine Haltung und somit seinen Lebensstandard zu bewahren bzw. zu erhöhen. Denn „es kommt nicht darauf an, dem Leben mehr Jahre zu geben, sondern den Jahren mehr Leben zu geben“, Alexis Carrel (Müller, 2012).

Die Benutzung eines einzelnen simplen Messinstruments, welches hilft mehr über alte und ältere Patient/innen und ihren Gesundheitszustand herauszubekommen, reizte mich und weckte mein Interesse. Die Handgriffkraftdynamometrie, ein Messinstrument, das eine einfache Diagnose stellen kann, um das Mortalitätsrisiko bei Menschen im Seniorenalter aufzudecken, war Ziel dieser Arbeit. Dieses einfache Screeninginstrument ist von großer Wichtigkeit, besonders bei älteren Personen, für die es eine große Bedeutung hat, alltägliche Dinge des Lebens zu bestreiten, wie Stiegen steigen,

Einkaufen oder eigenständig ohne Hilfe mobil zu bleiben und seinen Alltag ohne fremde Hilfe zu bewältigen. In erster Linie, weil die Kraft der oberen Extremitäten in der späteren Lebensphase stark an Bedeutung zunimmt.

Es ist ein wichtiger Schritt in ein gesundes und würdevolles Altern getan, wenn mit der Griffkraftmessung das Risiko des Sterbens aufgedeckt bzw. früh genug erkannt werden kann. „Die Kunst besteht darin, jung zu sterben, das aber so spät wie möglich“, Reinhard Wandtner (Müller, 2012).

Danksagung

Der größte Dank geht an dieser Stelle an meine Familie, die mich die ganze Zeit unterstützt und an mich geglaubt hat. An meine Eltern, die mir mein Studium ermöglichten und meine Begeisterung zum Sport immer unterstützen. Besonders meinem Vater, der immer wieder nach dem Fortschritt meines Studienabschlusses fragte und mich anspornte und an mich glaubte, genau wie meine Mutter, die mich mental unterstützte und mir Beistand gab. Ich danke meiner Schwester für ihre Hilfe und dass sie die ganze Zeit für mich da war. Mein Dank gilt an diese Stelle meiner Freundin Kristina für alles, für ihre Liebe, ihre Begeisterung und Motivation. Kristinas Eltern Draganja und Zelko für ihre liebevolle Unterstützung und für die gute und nahrhafte Pausengestaltung. Susanne, Michi, Viola und Ilse fürs Korrekturlesen, Colleen und Alex für die kurzfristige tatkräftige Mithilfe und Peter und Barbara für den tapferen Beistand beim Ausfechten des Papierkriegs, meinem Freundeskreis für die moralische Unterstützung. Meinem Arbeitgeber, der mir das endgültige Abschließen durch die Bildungskarenz ermöglicht hat, Prof. Dr. Tschan, der mich bei meiner Arbeit unterstützte, ständiger Berater war und mir Freiräume gelassen hat und Prof. Dr. Bachl, der diese Magisterarbeit übernommen hat.

„Alt werden ist natürlich kein reines Vergnügen. Aber denken wir an die einzige Alternative“, Robert Lembke (Müller, J., 2012).

Abstract

Zielvorstellung:

Dieser deskriptive Literaturgesamtüberblick umfasst 46 Studien von 1984 bis 2011 über die Thematik der Handgriffkraftmessung als Vorhersageinstruments der Mortalität bei Personen ab dem 50. Lebensjahr.

Methoden:

Die Recherche aus online Datenbanken und Durchsuchung aller relevanten Fachzeitschriften ergab 43 Längs- und Querschnittsstudien und drei Reviews. Ihre detaillierte inhaltliche Beschreibung, mit entsprechenden Mortalitätsdaten, erfolgte chronologisch gereiht nach dem Erscheinungsjahr. Für direkte Vergleiche der Studienresultate dienten Korrelationen, Hazard Ratios, Regressionsanalysen, etc., die in die sechs Kategorien zutreffend bzw. nicht zutreffend, für beide Geschlechter, für Männer bzw. für Frauen auf die Fragestellung „Ist die Messung der Handgriffkraft eine geeignete Methode für die Vorhersage der Mortalität bei Personen im Alter 50+?“ eingeteilt wurden.

Ergebnisse:

Die 43 untersuchten Studien lieferten 337 Ergebnisse, davon belegten 66,77% (n=225) die Relevanz der Handgriffkraft als Mortalitätsvorhersageinstrument im Alter. Die Signifikanz bei beiden Geschlechtern bestätigten 25 von 27 Studien (92,6%) und 74 von 99 Studienergebnissen (74,75%). Die geschlechtsspezifischen Ergebnisse weisen folgende zutreffende Resultate auf: bei Männern 15 von 19 Studien (78,9%) und mehr als 2/3 der Studienergebnisse; bei Frauen 12 von 17 Studien (70,6%) und 62 von 109 Studienergebnissen (56,88%).

Zusammenfassung:

Die analysierten Studien zeigen den Weg für weitere Analysen und bestätigen den Einsatz, Vorteile und Bedeutung der Handgriffkraftmessung als Mortalitätsprädiktor bei Personen ab 50 Jahren, wobei die Zusammenhänge und Mechanismen nicht eindeutig erforscht und verstanden sind. Zukünftige Studien sollten, durch Ausschluss weiterer Störmechanismen, die Beziehung zwischen der Handgriffkraft und Mortalität im Alter genauer erforschen und größere Frauenkohorten untersuchen, da viele signifikante Zusammenhänge anhand zu kleiner Frauenpopulationen gescheitert sein sollen.

Objective:

This literature overview covers 46 surveys (1984-2011) on the measurement of handgrip-strength as a predictor of the mortality rate of individuals aged 50 years and over.

Methods:

Research of online data banks and relevant scientific journals revealed 43 longitudinal and cross-sectional studies plus three reviews. A detailed description, including corresponding mortality data, is given chronologically. Direct comparison of survey results was made regarding correlations, hazard ratios, regression analysis, etc. Parameters were divided into six categories – applicable/not applicable for both sexes, men and women - concerning the question: "Can the measurement of handgrip-strength prove a suitable method for the prediction of the mortality rate of individuals aged 50 years and older?"

Results:

43 surveys provided 337 results of which 66.77% support the relevance of handgrip-strength as a mortality predictor in old age. 25 of 27 surveys (92.6%) and 74 of 99 survey results (74.75%) demonstrate a significance for both sexes. Gender-related studies show the following significance: 15 of 19 surveys (78.9%) and more than 2/3 of survey results for men, 12 of 17 studies (70.6%) and 62 of 109 study results (56.88%) for women, respectively.

Conclusion:

The studies reviewed indicate the benefit and importance of handgrip-strength as a mortality predictor, though certain coherences have not been clearly established. After elimination of further confounders, future surveys should deal with the direct correlation of handgrip-strength and mortality rates in old age. Furthermore, larger female cohorts should provide a basis for investigation, since results were adulterated due to small female groups.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
Abstract	3
Inhaltsverzeichnis	5
1 Einleitung	9
1.1 Allgemeine Problemstellung	9
1.2 Spezifische Problemstellung	10
1.3 Fragestellung	11
1.4 Hypothese	11
1.5 Methode	12
1.6 Aufbau und Gliederung der Arbeit	13
2 Alter	15
2.1 Maximale Lebensspanne	15
2.2 Allgemeines zum Alter und Alterungsprozess	15
2.3 Risikofaktoren im Alter	16
2.4 Veränderungen im Alterungsprozess	17
2.4.1 Allgemeiner Kraftverlust im Alter	17
2.4.2 Stärkeverlust im Altersgang	18
2.4.3 Handgriffkraftabfall im Altersverlauf	20
2.4.4 Probleme der Stärke der Extremitäten im Altersprozess	20
2.4.5 Muskelmasse Verlust im Altersprozess	21
2.4.6 Stärkezuwachs im Altersprozess	22
2.4.7 Vorteile des Krafttrainings im Alterssport	23
2.4.8 Muscle wasting und Veränderung der Muskelfasertypen I & II im Altersprozess	24
2.4.9 Zusammenhang zwischen Satellitenzellen und Sarkopenie	25
2.4.10 Mitochondriale Veränderung und Apoptose	26
2.4.11 Stärkelevel und physical activity im Altersprozess	26
2.5 Ernährung und Alter	27
2.5.1 Proteinsynthese im Alter	27
2.5.2 Ausweg aus der Proteinsynthese Dysbalance	27
2.5.3 Ernährung und exercise bei älteren Menschen	27
2.5.4 Nahrungsaufnahme im Altersgang	28
2.6 Ursachen der altersbedingten Muskelschwäche	29
2.6.1 Kachexie	30
2.6.2 Dynapenie	30
2.6.2.1 Screening Test für Dynapenie	30
2.6.2.2 Theorien zur Ursache der Muskelschwäche bei alten Menschen	31
2.6.3 Sarkopenie	32
2.6.3.1 Definition der Sarkopenie	32
2.6.3.2 Stadien und Kategorien der Sarkopenie	32
2.6.3.2.1 Kategorien der Sarkopenie	32
2.6.3.2.2 Stufen der Sarkopenie	33
2.6.3.2.3 Identifikation der Sarkopenie in Forschung und Praxis	33
2.6.3.3 Prüfung und Bewertung der Sarkopenie	34
2.6.3.4 Ursprung der Sarkopenie	35
2.6.3.5 Prävention der Sarkopenie	37
2.6.3.6 Medikamentöse Behandlung der Sarkopenie	38
2.6.3.7 Sarkopenie bedingte Fettleibigkeit	39

3	Handgriffkraft.....	40
3.1	Handgriffkrafttests und –Dynamometrie.....	40
3.2	Definition	40
3.2.1	Diagnose im Gesundheitssport durch Krafttests	40
3.3	Dynamometrie	40
3.4	Allgemeines zur Handgriffkraft.....	41
3.5	Probleme der Handgriffkraft-Dynamometrie.....	42
3.6	Standardnormen der Griffkraft	43
3.7	Unterschiede zwischen den Geschlechtern bei der Messung der Handgriffkraft.....	43
4	Mortalität	44
4.1	Definition Mortalität	44
4.2	Mortalitätsunterschiede zwischen den Geschlechtern.....	44
4.3	Körperliche Aktivität und Mortalität (physical activity and mortality).....	44
4.4	Sport und Lebenserwartung.....	45
5	Einleitende Studien zum Thema Relevanz der Handgriffkraft im Alter	46
5.1	Kraftverlauf im Alter – Abfall der Handgriffkraft im Altersgang.....	46
5.2	Handgriffkraft und Alter	46
5.3	Handgriffkraft und Geschlecht.....	47
5.4	Handgriffkraft und Region	48
5.5	Handgriffkraft und physical activity	48
5.6	Muskelstärke – Sarkopenie.....	49
5.7	Gewichtsveränderung, Handgriffkraft und Mortalität	50
5.8	Mangelernährung/Malnutrition	51
5.9	Kognition und Handgriffkraft	52
5.10	Gebrechlichkeit und Griffkraft.....	53
5.11	Handgriffkraft und Behinderungen	53
5.12	Operationen, Krankheiten und Handgriffkraft	54
6	Inhalt der relevanten Studien zum Thema Handgriffkraft und Mortalität bei Personen im Alter von 50+.....	55
6.1	A longitudinal study of handgrip and dementia in older people.....	55
6.2	Severe functional declines, work disability, and increased mortality in seventy-five rheumatoid arthritis patients studied over nine years.	56
6.3	Grip strength, mental performance and nutritional status as indicators of mortality risk among female geriatric patients.	57
6.4	Survival, prognosis, and causes of death in rheumatoid patients.	57
6.5	Questionnaire, walking time and button test measures of functional capacity as predictive markers for mortality in rheumatoid arthritis.	58
6.6	Comparison of forearm muscle dynamometry with nutritional prognostic index, as a preoperative indicator in cancer patients.	58
6.7	Predictors of all-cause mortality between ages 70 and 80: the Koganei Study.	59
6.8	Prediction of long term mortality in patients with rheumatoid arthritis according to simple questionnaire and joint count measures.....	60
6.9	Physical-strength tests and mortality among visitors to Health-Promotion Centers in Japan.....	60
6.10	Muscle strength and mobility as predictors of survival in 75-84-year-old people.....	62
6.11	Measures of activity and damage in rheumatoid Arthritis: depiction of changes and prediction of mortality over five years.	64
6.12	Predictors of healthy aging in men with high life expectancies.	64
6.13	Grip strength changes over 27 yr in japanese-american men.	65
6.14	Factors associated with mortality after hip fracture.	66

6.15	Muscle strength and Body Mass Index as long-term predictors of mortality in initially healthy men.	66
6.16	Demographic, health, cognitive and sensory variables as predictors of mortality in very old adults.	67
6.17	The influence of patient strength, aerobic capacity and body composition upon outcomes after coronary artery bypass grafting.	68
6.18	Musculoskeletal fitness and risk of mortality.	69
6.19	A comparative analysis of nutritional parameters as predictors of outcome in male and female ESRD patients.	70
6.20	Baseline cataract type and 10-year mortality in the Italian-American Case-Control Study of Age-related Cataract.	71
6.21	Handgrip strength and mortality in older Mexican Americans.	72
6.22	Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men.	74
6.23	Successful aging in the Australian Longitudinal Study of Aging: applying the MacArthur Model crossnationally.	75
6.24	Muscle strength, disability and mortality.	76
6.25	Handgrip strength and cause-specific and total mortality in older disabled women: exploring the mechanism.	76
6.26	Predictors of mortality in 2,249 nonagenarians – The Danish 1905-Cohort Survey.	77
6.27	Is grip strength a useful single marker of frailty?	79
6.28	Mortality and readmission of the elderly one year after hospitalization for pneumonia.	79
6.29	Short-term outcomes and their predictors for patients hospitalized with community-acquired pneumonia.	80
6.30	Evaluation of handgrip strength as a nutritional marker and prognostic indicator in peritoneal dialysis patients ¹⁻³	81
6.31	Definition and predictors of successful aging: a comprehensive Review of larger quantitative studies.	82
6.32	Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the Health, Aging and Body Composition Study Cohort.	82
6.33	Physical performance measures as predictors of mortality in a cohort of community-dwelling older french women.	84
6.34	Midlife risk factors and healthy survival in men.	85
6.35	Grip strength, body composition, and mortality.	86
6.36	Grip strength predicts cause-specific mortality in middle-aged and elderly persons.	87
6.37	Physical fitness and 4-year mortality in an 80-year-old population.	88
6.38	Acquired weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients.	89
6.39	Hand-grip dynamometry predicts future outcomes in aging adults.	91
6.40	Handgrip strength as a predictor of prognosis in Japanese patients with congestive heart failure.	92
6.41	N-Terminal pro-brain natriuretic peptide independently predicts protein energy wasting and is associated with all-cause mortality in prevalent HD patients.	93
6.42	Handgrip strength and mortality in the oldest old population: the Leiden 85-plus Study.	94
6.43	Prognostic value of inflammatory markers (notably cytokines and procalcitonin), nutritional assessment, and organ function in patients with sepsis.	95
6.44	Heterogeneity in rate of decline in grip, hip, and knee strength and the risk of all-cause mortality: The Women's Health and Aging Study II.	96
6.45	Physical fitness and 6.5-year mortality in an 85-year-old community-dwelling population.	97

6.46	Malnutrition syndrome, but not Body Mass Index, is associated to worse prognosis in heart failure patients.	98
7	Ergebnisse der Studien.....	99
7.1	Ergebnisse, die nicht bestätigen, dass die Handgriffkraft ein Mortalitätsprädiktor bei Männern und Frauen in gemeinsamer Analyse ist.....	99
7.2	Ergebnisse, die bestätigen, dass die Handgriffkraft ein Mortalitätsprädiktor bei Männern und Frauen ist.....	102
7.3	Ergebnisse, die nicht bestätigen, dass die Handgriffkraft ein Mortalitätsprädiktor bei Männern ist	114
7.4	Ergebnisse, die bestätigen, dass die Handgriffkraft ein Mortalitätsprädiktor bei Männern ist.....	117
7.5	Ergebnisse, die nicht bestätigen, dass die Handgriffkraft ein Mortalitätsprädiktor bei Frauen ist.....	126
7.6	Ergebnisse, die bestätigen, dass die Handgriffkraft ein Mortalitätsprädiktor bei Frauen ist	131
7.7	Ergebnisse der Reviews und Metaanalysen	137
8	Ergebnisse	138
8.1	Studien, deren Ergebnisse zutreffen bzw. nicht zutreffen – getrennt nach beiden Geschlechtern, Männern und Frauen	138
8.1.1	Beide Geschlechter	138
8.1.2	Männer	139
8.1.3	Frauen.....	139
8.1.4	Beide Geschlechter, Männer, Frauen	139
8.2	Studien mit mehreren unterschiedlichen Ergebnissen	141
8.3	Anzahl der Ergebnisse der Studien - wie viele Ergebnisse lieferten die jeweiligen Studien.....	145
8.3.1	Beide Geschlechter	146
8.3.2	Männer	146
8.3.3	Frauen.....	146
8.3.4	Beide Geschlechter, Männer, Frauen	146
9	Diskussion/Zusammenfassung	148
9.1	Diskussion der Ergebnisse, die bestätigen konnten, dass die Handgriffkraft die Mortalität bei Männern und Frauen vorhersagt	149
9.2	Diskussion der Ergebnisse, die nicht bestätigen konnten, dass die Handgriffkraft die Mortalität bei Männern und Frauen vorhersagt.....	151
9.3	Diskussion der Ergebnisse, die bestätigen konnten, dass die Handgriffkraft die Mortalität bei Männern vorhersagt	153
9.4	Diskussion der Ergebnisse, die bestätigen konnten, dass die Handgriffkraft die Mortalität bei Männern vorhersagt	154
9.5	Diskussion der Ergebnisse, die bestätigen konnten, dass die Handgriffkraft die Mortalität bei Frauen vorhersagt	155
9.6	Diskussion der Ergebnisse, die nicht bestätigen konnten, dass die Handgriffkraft die Mortalität bei Frauen vorhersagt	157
10	Konsequenzen und Ausblick	159
	Literaturverzeichnis.....	161
	Abbildungsverzeichnis	172
	Tabellenverzeichnis	172
	Lebenslauf	174

1 Einleitung

1.1 Allgemeine Problemstellung

„Wenn man den Prozess des Alterns als einen unvermeidbaren Bestandteil des Lebens begreift und die individuelle Bewältigung des Lebensalltages als die entscheidende Fähigkeit, durch die eine sinnvolle Gestaltung des Lebens möglich wird, dann sind das Subjekt und seine Lebenswelt die zentralen Bezugspunkte“ (Beckers, Ehlen & Luh, 2006, S. 82).

Die Thematik des Alterns und des Alters hat in letzter Zeit in unserer Gesellschaft immer stärker an Bedeutung gewonnen und lässt somit unausweichlich Mediziner/innen, Psycholog/innen, Gerontolog/innen, Pädagog/innen, Soziolog/innen, wie auch Wirtschaft und Politik, sich mit dem Thema beschäftigen. Wegen des stetig wachsenden Anteils alter Menschen in unserer Bevölkerung ist diese Auseinandersetzung die Folge der wechselnden Bedingungen der gesellschaftlichen Struktur. Im Jahr 2010 waren 1.941.691 Österreicher/innen 60 Jahre alt und älter, 1.480.136 befanden sich im Alter von 65 Jahren und älter und 672.668 waren 75 Jahre alt und älter. Das Durchschnittsalter im Jahr 2011 betrug 41,6 Jahre im Gegensatz zu 1962, wo es noch bei 36,4 Jahren lag. Zu Jahresbeginn 2002 lebten 664 Hundert- und Mehrjährige in Österreich, davon 88 Männer und 556 Frauen. Im Jahr 2011 hingegen hat sich die Anzahl um mehr als 62% erhöht. Damals lebten 1066 Personen im Alter von 100 Jahren und älter in Österreich, davon 178 Männer und 888 Frauen (Statistik Austria, 2012).

Agrund dieser „Entwicklung der Altersstruktur in unserer Bevölkerung mit ständig wachsendem Prozentsatz älterer und alter Menschen gewinnen damit zusammenhängende Gesundheits- und Leistungsprobleme immer größere Bedeutung. Generell sind die Altersvorgänge durch zwei Charakteristika geprägt: eine Reduzierung der Leistungsfähigkeit und eine veränderte Adaptationsfähigkeit“ (Hollmann & Strüder, 2009, S. 519).

Successful aging, erfolgreich altern oder aktiv altern. Bachl, Schwarz und Zeibig (2006) sehen den Schlüssel dafür bei einem niedrigem biologischen Alter im Gegensatz zu einem kalendarischen Alter und die daraus resultierenden Vorteile für den älteren Menschen. Jedoch gibt es Mittel und Methoden den Verfall und den Abbau zu verzögern. „Die bis heute einzige wissenschaftlich gesicherte Methode, den älter werdenden Menschen biologisch jünger zu erhalten als es seinem chronologischen Alter entspricht, ist körperliches Training (Mägerlein/Hollmann 1975)“ (Weineck, 2004, S. 427). Ohne körperliches Training findet ein fortschreitender Abbau statt, der negative Auswirkungen

haben kann: „Der Kraftverlust im Alter bedeutet eine Einengung der Leistungsfähigkeit im Alltag [...] und hat somit auch eine Einschränkung der Lebensqualität zur Folge“ (Weisser, B. in Denk, Pache & Schaller, 2003). „Weitere alterungsbedingte Veränderungen der Skelettmuskulatur sind Fett- und Bindegewebsinfiltrationen, die in Verbindung mit der Reduktion der muskulären Proteinmasse und einer Abnahme des Muskelquerschnitts unter dem Begriff »Sarkopenie« zusammengefasst werden (Roubenoff, 2003)“, so Hollmann und Strüder (2009, S. 524).

Eine erhöhte Kraftfähigkeit kann das Risiko der Mortalität und Morbidität reduzieren, da Stürze und ähnliches vermieden werden können (Baumann & Leye, 1997, S. 115 in Koffler et al., 1992). Zudem erhält ein allgemein gutes Kraftniveau die Mobilität im Altersgang (Mertens, 1997). „Dem Krafttraining wird im gesamten Altersgang eine wichtige gesundheits- und leistungsstabilisierende Bedeutung zugeschrieben, wobei die altersphysiologischen Prozesse verzögert werden“ (Boeckh-Behrens & Buskies, 2006).

1.2 Spezifische Problemstellung

Unter der Problemstellung ein einfaches, universelles Testverfahren für die Messung des Mortalitätsrisikos bei alten Menschen zu finden, soll die Messung der Handgriffkraft als geeignetes und sinnvolles Instrumentarium untersucht werden. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass die Messung der Handgriffkraft zu anderen Muskelgruppen, inklusive jener der unteren Extremitäten, korreliert (Rantanen, 2003). Die Handgriffkraft ist ein gutes umfassendes Messinstrument der Muskelkraft (Innes, 1999; Rantanen, 1994; Richards, 1990 in Andersen-Ranberg et al., 2005) und ein aussagekräftiges Instrumentarium zur Vorhersage für Behinderungen, Mortalität und Morbidität (Hank et al., 2006). Dies bestätigen auch Rantanen, Siemionow, Sahgal und Yue (1997), die einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der körperlichen Aktivität gefunden haben. Für ältere und alte Personen bedeutet dies, je früher ein Kraftverlust nachgewiesen wird, desto schneller kann darauf reagiert werden. Damit die Lebensqualität gesichert ist und wertvolle aktive Lebensjahre für ältere Menschen gegeben sind, sollen kritische Hinweise aufgedeckt, die Risikofaktoren identifiziert und frühe Interventionen und effektive Behandlungsmöglichkeiten gegeben werden (Laukkanen et al., 1995).

Für die Ermittlung der Kraftfähigkeit bei alten und älteren Menschen bietet sich die Messung der Handgriffkraft mittels eines Dynamometrie-Test-Verfahrens an. Hollmann und Strüder (2009) haben die Auffassung, dass die Arm-Schulter-Kraft ohne spezielles Training vom 30. bis 50. Lebensjahr fast unverändert bleibt, vorausgesetzt es gibt einen

durchschnittlichen Ausgangswert. Meusel (1999) tätigte die Aussage, die Ermittlung der Handkraft durch einen Dynamometer gelte als einigermaßen aussagekräftig für die allgemeine Entwicklung der Muskelkraft eines Individuums. Bei Ditroilo, Forte, Benelli, Gambarara und De Vito (2010) zeigte sich bei beiden Geschlechtern im Alter von 40 bis 80 Jahren ein Rückgang der maximalen willentlichen isometrischen Kraft. Vor allem die Handgriffkraft nahm bei Männern um 30% und bei Frauen um 26% ab. Auch die Rate der Kraftentwicklung ging zurück. Männer hatten einen Rückgang der Handgriffkraft von 67% und bei den Frauen gab es eine Verminderung von 47%. Andere Autor/innen berichteten ebenfalls von einer Kraftabnahme im Altersverlauf. Ribom, Mellström, Ljunggren und Karlsson (2011) konnten eine Abnahme der Handgriffkraft von lediglich 10 bis 18% bei 70 bis 80 jährigen Männern nachweisen.

1.3 Fragestellung

Ist die Messung der Handgriffkraft ein geeignetes Instrumentarium für die Vorhersage der Mortalität bei Personen im Alter 50+? Diese Frage gilt es zu erörtern. Des Weiteren soll geprüft werden, ob diese Aussage generell für Personen im Alter von 50 Jahren und älter zutrifft oder ob das Gegenteil der Fall ist. Für eine detailliertere Übersicht wird eine geschlechtsspezifische Analyse der Ergebnisse erarbeitet, d.h. die Fragestellung wird weiter unterteilt in: Ist die Messung der Handgriffkraft ein geeignetes Instrumentarium für die Vorhersage der Mortalität bei Männern im Alter 50+ bzw. ist die Messung der Handgriffkraft ein geeignetes Instrumentarium für die Vorhersage der Mortalität bei Frauen im Alter 50+? Zudem wird diskutiert, ob es einen Zusammenhang zwischen der Ausprägung der Handgriffkraft und einem Mortalitätsrisiko bzw. der Überlebenswahrscheinlichkeit bei Personen im Alter von 50 Jahren und älter gibt.

1.4 Hypothese

Die Hypothese lautet: Die Messung der Handgriffkraft stellt ein geeignetes Instrumentarium zur Vorhersagekraft der Mortalität bei Personen ab dem 50. Lebensjahr dar. Für eine geschlechtsspezifischere Aufklärung gilt es zwei weitere Hypothesen zu klären: Die Messung der Handgriffkraft stellt ein geeignetes Instrumentarium zur Vorhersagekraft der Mortalität bei Männern ab dem 50. Lebensjahr dar und die Messung der Handgriffkraft stellt ein geeignetes Instrumentarium zur Vorhersagekraft der Mortalität bei Frauen ab dem 50. Lebensjahr dar.

Ziel dieser Arbeit ist es, den Nachweis zu erbringen, dass die Messung der Handgriffkraft im Zusammenhang mit einem Mortalitätsrisiko bei Personen im Alter von 50 Jahren und älter steht und dass das Ergebnis einen hohen Beitrag zur Bestimmung und Aufdeckung der Sterblichkeit geben wird. Außerdem soll der direkte Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der Mortalität nachgewiesen werden, um das Mortalitätsrisiko bei alten und älteren Personen mittels dieses simplen und unkomplizierten Messinstruments vorhersagen zu können.

1.5 Methode

Im Laufe der Zeit haben sich verschiedene Autor/innengruppen an das Thema Handgriffkraft und Mortalität bei alten und älteren Menschen herangewagt und viele Wissenschaftsbereiche haben die Thematik unter verschiedensten Blickwinkeln aufgrund ihrer spezifischen Ziele und Problemstellungen untersucht.

Die Vielfalt der in dieser Arbeit untersuchten Studien besaßen eine Gemeinsamkeit: Der Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und Mortalität im Alter.

Die Selektion der in dieser Arbeit verwendeten Studien wurde im Vorhinein durch Ein- und Ausschlusskriterien festgelegt und grenzte die zugrunde liegende Thematik stark ein. Die Hauptsuchkriterien lauteten Handgriffkraft (handgrip strength), Griffkraft (grip strength), Mortalität (mortality), Tod (death) und Alter (age, older age). Es wurden nur Studien in diese Übersicht einbezogen, bei denen die Mortalität ein Studienoutcome bzw. Ergebnis war, bei denen die Handgriffkraft zur Mortalitätsanalyse herangezogen oder in Verbindung mit der Mortalität gebracht wurde und wenn die Personengruppe das Alterskriterium 50 Jahre und älter erbrachte.

Über die online Datenbanken „Medline“, „Spolit“ und „Sportdiscus“ wurden alle relevanten Artikel von 1984 bis 2011 berücksichtigt und in der vorliegenden Arbeit analysiert. Ergänzend zur elektronischen Literatursuche erfolgte eine händische Durchsichtung aller relevanten Fachzeitschriften, Reviews und Referenzen von Originalartikeln.

Dieser deskriptive Literaturgesamtüberblick beinhaltet 46 Studien mit der Thematik der Handgriffkraft bei Personen im Alter von 50 Jahren und älter und der Mortalität. Diese 46 Studien enthielten 43 Längs- und Querschnittstudien und drei Reviews bzw. Metaanalysen. Für die Analyse wurden die Studien chronologisch nach dem Erscheinungsjahr gereiht und genauer inhaltlich beschrieben. In jeder Studienbeschreibung wurden die Autor/innen, der Studientitel, das Erscheinungsjahr, das Ziel und der Inhalt der Studie, die Beschreibung der Kohorte und die Anzahl der

Studienteilnehmer/innen, deren Alter und gegebenenfalls die kategorisierten Altersgruppen, die Baseline Untersuchungen, Methoden und Ergebnisse der Handgriffkraftmessung, der Follow Up Zeitraum und die entsprechenden Mortalitätsdaten dargestellt. Alle Ergebnisse, die eine Studie lieferte, wurden danach kategorisiert. Somit entstanden auf die Fragestellung „Ist die Messung der Handgriffkraft eine geeignete Methode für die Vorhersage der Mortalität bei Personen im Alter 50+?“ insgesamt sechs Kategorien. Für eine optimale Ergebnisinterpretation wurde die Personengruppe weiter aufgesplittet und definiert. Auf Grundlage von Korrelationen, Hazard Ratios, Regressionsanalysen, Varianzanalysen, Überlebenswahrscheinlichkeiten etc. ließen sich die Ergebnisse miteinander vergleichen und eine Analyse beider Geschlechter, nur Männer und nur Frauen zu und konnte mit zutreffend bzw. mit nicht zutreffend beantwortet werden.

1.6 Aufbau und Gliederung der Arbeit

Unter Kapitel eins ist die Einleitung mit der allgemeinen und spezifischen Problem-, sowie Fragestellung zu finden. Zudem werden die Haupthypothese und die dazugehörigen Unterhypothesen mit der entsprechenden Methodik erläutert.

Das zweite Kapitel handelt vom Alter. Es werden Themen, wie die maximal erreichbare Lebensspanne und Allgemeines zum Alter und Alterungsprozess, wie Risikofaktoren, Veränderungen, besonders die der Kraft, Schnellkraft und der spezifischen Handgriffkraft im Alterungsprozess, behandelt. Probleme der Kraft der Extremitäten des alten Körpers und ein Abfall der Muskelmasse, aber auch das Entgegenwirken durch Training und der damit einhergehende Kraftzuwachs werden im Weiteren beschrieben. Auf die Gründe der abbauenden Prozesse, wie die Veränderung der Muskelfasertypen, wird in Kapitel 2.4.8 eingegangen.

Den nächsten großen Block bietet das Kapitel 2.5, in dem es um die Ernährung im Alter, um die veränderte Proteinsynthese, den Ausweg aus dieser und den Zusammenhang zwischen der Ernährung und Bewegung beim alternden Menschen geht. Kapitel 2.6 handelt von den Ursachen der Muskelschwäche im Altersverlauf, wie den Krankheiten Katechie, Dynapenie und Sarkopenie. Der Screening Test für die Erkennung Dynapenie wird unter 2.6.2.1 genauer besprochen. Die Thematik Sarkopenie mit den Stadien, Stufen und Kategorien, der Identifikation und dem Ursprung, sowie der Prävention wird in den folgenden Kapiteln diskutiert.

Der Gegenstand Handgriffkraft, Handgriffkrafttest und eine entsprechende Definition wird unter Kapitel drei aufgegriffen. Daraufhin folgen die Kapitel, die Allgemeines zur Handgriffkraft und den Problemen der Dynamometrie liefern. Die Standardnormen der Handgriffkraft sind in Kapitel 3.6 und geschlechtsspezifische Unterschiede in Kapitel 3.7 zu finden.

Die Materie Mortalität bildet das vierte Kapitel. Es wird alles, von der Definition, über den Unterschied zwischen den Geschlechtern, bis zum Zusammenhang zwischen sportlicher Tätigkeit und Mortalität, behandelt.

Eine Einführung in den spezifischen Hauptteil bietet Kapitel fünf, welches den Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und altersrelevanten Themenbereichen abfasst.

Alle 46 Studien, die sich mit dem Gebiet der Handgriffkraft als Vorhersageinstrument der Mortalität bei Personen ab dem 50. Lebensjahr beschäftigen, werden in Kapitel sechs detailliert inhaltlich beschrieben.

Im siebten Kapitel sind alle Resultate, die die Studien lieferten, beschrieben. Die Ergebnisse wurden geschlechtsspezifisch in jene Ergebnisse aufgeteilt, die bestätigen bzw. nicht bestätigen, dass die Handgriffkraft die Mortalität bei Personen im Alter von 50 Jahren und älter vorhersagen kann. Abschließend werden unter Kapitel 7.7 die drei Reviews behandelt.

Eine Auswertung der gewonnenen Resultate ist unter Kapitel acht zu finden. Hier werden zudem die Ergebnisse, getrennt nach den Geschlechtern und sortiert nach zutreffenden bzw. nicht zutreffenden Studien und der jeweiligen Anzahl der Ergebnisse, die eine Studie lieferte, dargestellt.

In Kapitel neun werden alle Resultate einerseits allgemein, sowie unter den fragestellungsspezifischen Gesichtspunkten, diskutiert

Die Konsequenzen und den Ausblick bildet abschließend Kapitel zehn.

2 Alter

2.1 Maximale Lebensspanne

Die Existenz einer maximalen Lebensspanne ist in der Altersforschung noch immer ein Puzzle. Es wird angenommen, dass sie sich auf 125 Jahre beläuft, wobei jetzige demographische Trends keine Limitierungen geben können (Weon & Je, 2009, S. 65). Laut schwedischen Lebenstafeln könnten Schwedinnen sogar 126,3 Lebensjahre alt werden (Weon & Je, 2009, S. 69), im Jahr 2000 jedoch betrug das maximal erreichbare Alter noch 105 Jahre bei Schweden und 108 Jahre bei Schwedinnen (Wilmoth, Deegan, Lundström & Horiuchi, 2000, S. 2367) und 2003 gingen Laszkiewicz, Szymczak und Cebrat davon aus, dass Individuen aus der amerikanischen Bevölkerung über 120 Jahre alt werden können.

2.2 Allgemeines zum Alter und Alterungsprozess

„Heute scheint klar zu sein, dass Altern ein multifaktorielles Geschehen ist, das sich im Laufe der Evolution entwickelt hat (Evolutionstheorie des Alterns) und das dadurch Genetik, Umwelt und individuelles Verhalten beeinflusst wird“ (Vijg & Wie, 1995, zit. n. Daus, 2001, S. 236). Mit den Hintergründen, Abläufen, Gründen und Vorgängen des Alterns beschäftigen sich diverse Alterstheorien. „Alterstheorien spielen von der Embryonalgenese bis zum Tod als Entwicklungs- bzw. Veränderungsregulativ eine entscheidende Rolle“ (Weisser & Okonek, zit. n. Denk, Pache & Schaller, 2003, S. 97). „Während das kalendarische Alter sich aus den tatsächlich gelebten Lebensjahren ergibt – also dem Geburtsjahr – gibt das biologische Alter Auskunft darüber, ob man im Vergleich dazu biologisch, also entsprechend der individuellen Lebenserwartung jünger oder älter ist“ (Bachl et al., 2006, S. 4-5). Bei Weineck (2004) findet eine weitere Unterteilung statt. Es wird zwischen dem kalendarischen, biologischen, psychologischen sozialen oder soziologischen und dem funktionalen Alter unterschieden (Weineck, 2004). Von Bedeutung ist jedoch die Qualität des Alters. Succesful aging, erfolgreich altern oder aktiv altern. Bachl et al. (2006, S. 12-13) sehen den Schlüssel dafür bei einem niedrigen biologischen Alter im Vergleich mit dem kalendarischen Alter und die daraus resultierenden Vorteile für den älteren Menschen. „Aus den epidemiologischen Untersuchungen (Krankheitsentstehungslehre und –verlauf) der letzten fünf Jahrzehnte ist erkennbar, dass es kaum einen anderen so mächtigen Schutzfaktor für Gesundheit, Gesundheitsstabilität und erfolgreiches Altern mit hoch bleibender Lebensqualität gibt, als

eben besagte lebenslange körperliche Aktivität, Sportausübung bzw. Training“ (Bachl et al., 2006, S. 12-13).

Eine neue Ansicht ist, dass „hier nicht mehr der normative Vergleich mit jüngeren Altersgruppen im Mittelpunkt steht, sondern die in konkreten Lebenssituationen stattfindenden Prozesse des körperlichen, psychischen und sozialen Verhaltens und Erlebens alternder Menschen. Das heißt die moderne Alterspsychologie versteht Alter und Altern somit als gestaltbar und veränderbar“ (Beckers, Ehlen & Luh., 2006, S. 75-76). Beckers et al. (2006) vertreten die Ansicht, dass subjektives Erleben einen weit aus größeren Einfluss auf Änderungen des Verhaltens hat als objektive Alterungsprozesse, wie sie aus der Gerontologie bekannt sind.

2.3 Risikofaktoren im Alter

Hollmann (2006, S. 33) unterscheidet zwischen internen und externen Risikofaktoren im Alter. Als interner Risikofaktor, der gleichzeitig bedeutend für diverse Altersvorgänge ist, gilt z.B. ein zu hoher Blutdruck (Hypertonie), denn „je höher der Blutdruck, desto niedriger die Lebenserwartung“, so Hollmann (2006, S. 33-34).

61 Studien wurden analysiert mit dem Ergebnis, dass bereits die Senkung des systolischen Blutdrucks um zwei mm HG folgende positive Effekte hat:

- „Ein um 7% vermindertes Risiko an Herz-Kreislaufversagen zu sterben
- ein um 10% vermindertes Risiko an Schlaganfall zu sterben“ (Hollmann, 2006, S. 34).
- Fettstoffwechselstörungen und Cholesterinwerte
- Übergewicht (Adipositas) (Hollmann, 2006, S. 37).

Externe Risikofaktoren sind Ausdruck der Lebensführung. Die Weltgesundheitsorganisation (2002) führt hierzu auf:

- Bewegungsmangel (bzw. Nicht-Inanspruchnahme schützender Auswirkungen von körperlichem Training und von Bewegung)
- Geistige Inaktivität
- Genussmittelmisbrauch (Rauchen, Alkohol, Drogen)
- Unphysiologische Ernährung (insbesondere zu große Kalorienzufuhr)

- Stress (übermäßige seelisch-geistige Beanspruchung)“
(Weltgesundheitsorganisation, 2002).

Den schädlichen Einfluss von Genussmitteln, wie Rauchen stellt Hollmann (2006, S. 39) auf. „Nicht-rauchende, an einem Herzinfarkt erkrankte 65-jährige Männer mit einem niedrigen LDL-Cholesterinspiegel (unter 120 mg %) weisen eine etwa 14-15 Jahre höhere Lebenserwartung auf als gleichaltrige, Zigaretten rauchende koronarkranke Personen.“

2.4 Veränderungen im Alterungsprozess

Das voranschreitende Alter unterliegt einigen Bedingungen, wie Veränderungen in der Körperkomposition, welches einen Abfall der Muskelmasse mit sich bringt. Aber der Abbau der Muskelmasse und nicht der Muskelfunktion scheint die Hauptdeterminante der alters- und geschlechtsbezogenen Kraftunterschiede zu sein. Zudem ist der Abfall der Muskelkraft nicht direkt mit der Reduktion der Muskelmasse verbunden (Manini & Clark, 2012). Der Alterungsprozess steht mit einem Abfall der fettfreien Masse, einem Anstieg der Fettmasse und mit progressiven Beeinträchtigungen der Muskelfunktion und Leistung in Verbindung (Bross, Storer & Bhasin, 1999). Muskuläre Dysfunktionen, wie Muskelschwäche, Atrophie, schlechte Muskelkoordination, etc. beeinflussen das Leben älterer Menschen (Manini & Clark, 2012). Solche Konsequenzen des alternden Muskels stehen mit Osteoporose oder Osteopenie im Zusammenhang und es beginnt ein weitlaufender Prozess mit verminderter Muskelmasse, Muskelkraft, abbauenden physiologischen Funktionen und reduzierter körperlicher Aktivität, woraus Stürze oder Unfälle resultieren (Carmeli, Coleman & Reznick, 2002).

Zudem wird ein Organismus krankheitsanfälliger, je älter er wird und die Zahl der Zivilisationskrankheiten, wie Adipositas, Diabetes mellitus Typ II, Herz-Kreislauferkrankungen, Bluthochdruck, koronare Herzkrankheit, Herzinfarkt, Schlaganfall, Krebs und Depressionen steigen beim alternden Menschen an (Bachl et al., 2006, S. 42 ff; Denk et al., 2003, S. 116). Auch Denk et al. (2003, S. 35) vertreten diese Meinung, sagen aber auch, dass man nicht von lebensbedrohlichen Erkrankungen sprechen kann.

2.4.1 Allgemeiner Kraftverlust im Alter

Der Mensch verliert mit zunehmendem Alter seine Muskelmasse und seine Kraftfähigkeit lässt deutlich nach, die Knochenfestigkeit nimmt ab, der Stoffwechsel ist reduziert und schließlich baut die Leistungsfähigkeit, Mobilität und Alltagsmotorik ab (Gottlob, 2007). Als eine der bekanntesten Alterserscheinungen gilt die Abnahme der Muskelkraft und der Muskelmasse, wobei die Abnahme unterschiedlich bei den diversen Muskelgruppen

erfolgt (Weineck, 2004). Aber die Skelettmuskulatur ist bis ins hohe Alter trainierbar. Sie folgt dem Prinzip „use it or loose it“ mit daraus resultierenden starken Krafteinbußen (Denk et al., 2003, S. 108). Durch entsprechende Übung kann man jedoch bis in ein hohes Alter eine überdurchschnittliche koordinative Qualität erhalten. Nach Hollmann (2006, S. 75) und Gottlob (2007, S. 26) spricht selbst im sehr hohen Alter nichts dagegen weiter zu trainieren oder mit einem Krafttraining zu beginnen. „Sogar im hohen Alter jenseits des 90. Lebensjahres besteht noch eine bemerkenswerte Kraft-Trainierbarkeit“ (Hollmann, 2006, S. 75) und ein Zuwachs an Muskelmasse und Kraft (Gottlob, 2007, S. 26). Aber nicht nur ein verlängertes Leben, sondern insbesondere eine Steigerung der Lebensqualität im Sinne von Beschwerdefreiheit und Leistungssteigerung sind erstrebenswerte Ziele“ (Gottlob, 2007, S. 27).

2.4.2 Kraftverlust im Altersgang

„Die Arbeitsmuskulatur ist das mit Abstand massigste Organ des Körpers, und praktisch alle anderen Organe stehen in ihrem Dienst. Kein physiologischer Stimulus ist in seiner Anpassungswirksamkeit in Ausmaß und Komplexität mit der Muskelaktivität vergleichbar“ (Mechling, 1998, S. 52). Schwächt dieses Organ ab, so verliert der Körper an Kraft (Mechling, 1998). Dieser Vorgang ist im Altersgang bei alten und älteren Menschen zu verzeichnen. Ein Verlust der Leistungsfähigkeit folgt und die maximale statische Kraft nimmt zudem ab (Hollmann & Strüder, 2009).

Eine große Rolle spielt dabei die Priorität des Einsatzes der betroffenen Muskelgruppen. So wird die Kraft der unteren Extremitäten als wichtig angesehen, da sie alte Menschen aus Pflegeheimen fern hält. Für den alltäglichen Gebrauch hingegen benötigen ältere Menschen die oberen Extremitäten und kümmern sich vermehrt um die Benutzung ihrer Arme (Roubenoff, 2003). Die Studie von Ferreira, Gobbi und Gobbi (2009) zeigte, dass Frauen in späteren Lebensphasen eine erhöhte Aktivität der oberen Gliedmaßen und eine verminderte Aktivität der unteren Gliedmaßen hatten. Diese Ergebnisse könnten dazu beitragen, den akzentuierten Rückgang der Muskelkraft der unteren Gliedmaßen während des Alterungsprozesses zu erklären (Ferreira et al., 2009).

Ein linearer altersassoziiertes Abfall der Qualität der konzentrischen Armmuskulatur wurde bei Männern und Frauen von Lynch et al. (1999) nachgewiesen. Die konzentrische und exzentrische Qualität der Beinmuskulatur hatte fast keinen Rückgang bis zum 50. Lebensjahr, doch danach wurde ein beschleunigter Qualitätsabfall bei Männern und Frauen beobachtet (Lynch et al., 1999). Auch die Muskelmasse der Arme und Beine war in hohen Lebensabschnitten bei Männern beginnend ab dem 60. Lebensjahr, signifikant

niedriger, Bei Frauen war die Armmuskelmasse ab dem 60. Lebensjahr und späteren Lebensphasen signifikant niedrig. Es wurde ein signifikanter altersassoziierter Abfall des maximalen Drehmoments der Beine (konzentrisch und exzentrisch) und Arme (exzentrisch) festgestellt (Lynch et al., 1999). Auch war die Handgriffkraft bei Frauen (18,2 kg vs. 20,2 kg; $p < 0,01$) und Männern (31,3 kg vs. 33,7 kg; $p < 0,05$) mit Sarkopenie signifikant niedriger, als bei Proband/innen ohne Sarkopenie (Castillo, Goodman-Gruen, Kritz-Silverstein, Morton, Wingard & Barrett-Connor, 2003). Bei Männern und Frauen im Alter von 70 bis 79 Jahren nahm die Beinstreckkraft ab. Männer erlitten einen fast doppelt so großen Kraftverlust wie Frauen. Der Abfall der Beinstreckkraft betrug 3,4% bei kaukasischen Männern, 4,1% bei afro-amerikanischen Männern, 2,6% bei hellhäutigen Frauen und 3,0% bei afro-amerikanischen Frauen. Zudem konnte die Aufrechterhaltung oder gar Vergrößerung der fettfreien Masse dieser älteren Frauen und Männer nicht unbedingt den Verlust der muskulären Kraft verhindern (Goodpaster et al., 2006). Bei Hunter, Thompson und Adams (2000) konnte selbst die stärkste Frau jeder Altersstufe, 21 bis 89 Jahre in Zehnjahresstufen, nicht die Kraft der Jüngeren aufbringen. Die Handgriffkraft, die Kraft der Beinstreckung und Plantarflexion ging in allen Muskelgruppen zurück, jedoch im unterschiedlichen Ausmaß. Pro Dekade baute die Handgriffkraft um 6,2%, die Beinstreckkraft um 9,3% und die Plantarflexion um 7,4% ab. Die deutlichste Kraftverminderung war bei der Beinstreckkraft zu erkennen dagegen war die Verminderung der Handgriffkraft geringfügig ausgeprägt. Ähnliche Ergebnisse zeigte die Studie „Patterns and correlates of grip strength change with age in Afro-Caribbean men“ (Beenakker et al., 2010, S. 431), die 710 afro-karibische Männer im Alter von 29 bis 89 Jahren untersuchte. Die Resultate zeigten einen deutlichen Rückgang der Muskelkraft mit fortgeschrittenem Alter. Die Handgriffkraft stieg in dieser Studie bis zum 50. Lebensjahr an und fiel danach stetig ab. Der durchschnittliche Rückgang der Handgriffkraft betrug 2,2% für die Altersgruppe 50 Jahre und älter und 3,8% für Personen über dem 65. Lebensjahr. Die signifikant ausgeprägten unabhängigen Prädiktoren des Handgriffkraftverlusts waren höheres Alter, ein größerer BMI, eine geringere fettfreie Körpermasse des Oberarmes und ein größerer Verlust der fettfreien Körpermasse des Oberarmes (Forrest, Bunker, Sheu, Wheeler, Patrick & Zmuda, 2012). Ein Rückgang der Muskelkraft konnten Koster et al. (2010) bei allen Teilnehmer/innen nachweisen. Zudem waren weniger fitte Menschen in der Health ABC Studie schwerer und hatten einen höheren Gesamtanteil an Körperfett und eine niedrigere fettfreie Masse als sehr fitte Männer und Frauen zu Beginn der Studie ($p < 0,001$). Auch verloren die Teilnehmer/innen mit dem niedrigsten Fitnessniveau im Laufe der Zeit deutlich mehr Gewicht, Fettmasse und fettfreie Muskelmasse als die sehr fitten Personen (alle $p < 0,01$). Zu Studienbeginn

und nach dem Follow Up hatten sehr gut trainierte Menschen die höchste Handgriffkraft und Beinstreckkraft (Koster et al., 2012).

2.4.3 Handgriffkraftabfall im Altersverlauf

In der Meta-Analyse von Beenakker et al. (2010) zeigten sich deutliche Muster der altersbedingten Abnahme der Handgriffkraft in der allgemeinen Bevölkerung. Sasaki, Kasagi, Yamada und Fujita (2007) berichteten von einem altersbedingten Abfall der Handgriffkraft beider Geschlechter und Gale, Martyn, Cooper und Sayer (2007) bewiesen einen großen inversen Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und dem Alter ($p < 0,001$). Laut Jansen, Niebuhr, Coussirat, Hawthorne, Moreno und Phillip (2008) fiel die Handgriffkraft von Senior/innen im Alter von 65 bis 92 Jahren ab dem 65. Lebensjahr ab und Ling et al. (2010) beschreiben einen signifikanten Rückgang innerhalb von fünf Jahren ab dem 85. Lebensjahr. Anakwe, Huntley und McEachan (2007) fanden die größte Handgriffkraft der 172 Männer und 78 Frauen im Alter zwischen 35 bis 44 Jahren. Danach fiel sie ab. Bei Xue et al. (2010) nahm die Handgriffkraft zwischen dem 70. und 75. Lebensjahr durchschnittlich um 1,10 bis 1,31 kg/Jahr ab (Xue et al., 2010). Ein noch stärkeres Absinken der Muskelkraft der 676 Frauen und 644 Männer im Alter zwischen 65 und 88 Jahren wurde mit ansteigendem Alter nach drei Jahren Follow Up nachgewiesen. Der Abfall der Muskelkraft der weiblichen Studienpopulation betrug $-5,6 \pm 10,9$ kg und der der Männer $-9,6 \pm 11,9$ kg (Schalk, Deeg, Penninx, Bouter & Visser, 2005).

2.4.4 Probleme der Kraft der Extremitäten im Altersprozess

212 gesunde in Gemeinschaft lebende Frauen im Alter von 21 bis 82 Jahren wurden für die Studie von El Haber, Erbas, Hill und Wark (2008) ausgewählt. Bis zur Altersdekade 45 bis 55 Jahre konnten diese ihre muskuläre Leistungsfähigkeit erhalten. Danach zeigte sich mit zunehmendem Alter ein Rückgang der Leistung. Insgesamt wurde eine signifikante nicht-lineare Beziehung zwischen dem Alter und der Kraft der unteren Extremitäten nachgewiesen (El Haber et al., 2008). Personen mit den schlechtesten Werten im körperlichen Leistungstest hatten mehr funktionelle Einschränkungen der oberen und unteren Extremitäten und Frauen hatten eine geringere Handgriffkraft (Kuh, Bassey, Butterworth, Hardy & Wadsworth, 2005). 2623 Männer und Frauen der Health ABC Studie im Alter zwischen 70 bis 79 Jahren hatten mit ansteigendem Alter abfallende Werte der Muskelkraft und Leistung der oberen und unteren Extremitäten, was zu einer niedrigen Muskelmasse führte (Newmann et al., 2003). Bei Lee, Auyeung, Kwok, Lau,

Leung und Woo (2007) stand geringe Muskelmasse mit schlechten Werten der Handgriffkraft in Verbindung.

Laut Hunter, Thompson und Adams (2000) konnte die Kraft einer einzigen Muskelgruppe, unabhängig davon ob es sich dabei um Muskeln der oberen oder unteren Extremitäten handelt, nicht als Indikator für den Status aller Muskeln eines Individuums dienen. Zudem wiesen Lynch et al. (1999) Kraftunterschiede zwischen den oberen und unteren Extremitäten nach.

2.4.5 Verlust der Muskelmasse im Altersprozess

Roubenoff (2003) stellte die Frage, ob die Quantität oder Qualität des Muskels wichtiger sei, d.h. Muskelmasse oder Muskelkraft? Diese sollen, laut Bachl et al. (2006, S. 112), in einem kausalen Zusammenhang stehen. Gibt es einen Verlust der Muskelmasse im Alter, so folgt gleichzeitig ein Schwund der Muskelkraft. Mit dem Verlust der Muskelmasse „ist ein deutlicher Kraftverlust, welcher erhebliche Auswirkungen auf Lebensqualität und Gesundheit haben kann“ verbunden (Denk et al., 2003, S. 172). Newman et al. (2006) waren der Meinung, dass die Muskelkraft als Marker der Muskelqualität wichtiger für die Bestimmung des Mortalitätsrisikos sei als die Quantität, also die Muskelmasse. Laut Carmeli et al. (2002) verliert der Mensch zwischen dem 20. und 80. Lebensjahr ca. 20 bis 30% seiner Skelettmuskelmasse und Coleman und Reznick (2002) lieferten den Beweis, dass der Abfall von ATP und CPK Vorkommen in der Muskulatur von alten Menschen im Vergleich zu jungen Menschen. um 80 bis 90% vermindert ist.

In welchem Ausmaß der Abbau der Muskelmasse voranschreiten kann, beschreibt Weineck (2007, S. 406): „Bei vollständiger Ruhe kann der Muskel schon im Verlauf einer Woche bis zu 30% seiner Kraft verlieren.“

Auch Morley, Baumgartner, Roubenoff, Mayer und Sreekumaran (2001) konnten einen altersbedingten Muskelmasse- und Muskelkraftabbau nachweisen. Dieser Verlust an Muskelkraft ist nur durch den Rückgang der Muskelmasse und anderer physiologischer Faktoren, bedingt (Manini & Clark, 2012). Durch eine zu geringe Muskelmasse und dadurch minimierter Muskelkraft können im Alter Stürze ausgelöst werden, welche ein großes Problem darstellen können (Bross et al., 1999).

Aber nicht nur die Kraft, sondern auch die maximale Sauerstoffaufnahmekapazität (VO_2max) und gleichermaßen die aerobe Kapazität, die sich in vielen ADLs äußert, gehen aufgrund einer zu geringen Muskelmasse zurück (Bross et al., 1999).

2.4.6 Kraftzuwachs im Altersprozess

„Wenig hilft viel – das ist die wichtigste Botschaft der modernen Sportwissenschaft. Sie müssen nicht unbedingt schwitzen, um fit durchs Leben zu gehen“ (Bachl et al., 2006, S. 116). Denn „im fortgeschrittenen Alter ist die zu erbringende maximale Leistung nicht das Maß aller Dinge, die Belastbarkeit steht deutlich im Vordergrund“ (Bachl et al., 2006, S. 109).

Der altersbedingte Muskelschwund und erhöhte Gebrechlichkeit sind wichtige sozioökonomische und medizinische Probleme. Für eine verbesserte Lebensqualität älterer Menschen ist es wichtig die Kraft der älteren Menschen ausreichend und effizient zu erhöhen, so dass sie alltägliche Aufgaben durchführen können und vor Stürzen geschützt sind. Denn es besteht eine dadurch bedingte erhöhte Knochenbruchgefahr aufgrund von vermehrter Osteoporose. Da die Muskeln jene mechanischen Belastungen erzeugen, die für die Aufrechterhaltung anderer Gewebsstrukturen des Bewegungsapparates verantwortlich sind, folgt ein Teufelskreis. Muskelschwund führt zu Knochenschwund und dieser ruft eine Schwächung der Sehnen hervor (Goldspink, 2012). Durch Krafttraining, welches die Muskelkraft signifikant steigert, kann eine Erhöhung der Lebensqualität und die Konsequenzen, die damit einhergehen, selbst noch im hohen Alter erreicht werden (Hollmann & Strüder, 2009; Bachl et al., 2006; Boeckh-Behrens & Buskies, 2006), genau wie die Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit (Boeckh-Behrens & Buskies, 2006). Die Muskelkraft hat auch eine Indikatorwirkung für das Auftreten von körperlichen Behinderungen sowie der Gesamtsterblichkeit (Metter, Talbot, Schrager & Conwit, 2002; Rantanen et al., 1999). Aus der Public Health Perspektive bestätigten die Ergebnisse von Peterson, Rhea, Sen und Gordon (2010) den Wert eines Ganzkörper resistance exercise für die Prävention oder Behandlung eines altersbedingten Abfalls der Muskelfunktion bei alten Menschen. Es konnte in dieser Metaanalyse, welche 47 Studien mit 1079 Teilnehmer/innen im Alter von >50 Jahren untersuchte, eine robuste signifikante Verbindung zwischen einem Krafttraining und der Kraft der oberen und unteren Extremitäten bei alten Menschen bewiesen werden.

Durch ein zwölfwöchiges Schnellkrafttraining der isometrischen Kontraktion (Handgriffkraft) und Maximalkrafttraining (1 repetition maximum - RM), Muskelkraft (muscle power; Gehgeschwindigkeit, counter movement jump und Werfen eines Balles) und funktionellen Übungen der Arm- und Beinmuskulatur (sit-to-stand und get-up and go) gab es einen signifikanten Leistungszuwachs an dynamischer und isometrischer Kraft von 57% zu 61% ($p < 0,05$), Schnellkraft (muscle power; $p < 0,05$) und Funktion ($p < 0,05$) in der Trainingsgruppe, die dreimal pro Woche trainierte, aber nicht in der Kontrollgruppe. Die Studienpopulation bestand aus 56 Frauen, aufgeteilt in eine Kontrollgruppe ($n=28$, Alter:

62,5 ± 4,3 Jahre) und Trainingsgruppe (n=28; Alter: 62,5 ± 5,4 Jahre) (Pereira et al., 2012).

Auch ein sechswöchiges Krafttraining mit den Übungen Kurzhantel Bizeps Curls, Handgelenksflexion und Handgelenkstreckung mit Männern im Alter von 70 bis 80 Jahren brachte Erfolge. Die Kraftgruppe hatte einen signifikant größeren Rückgang bei der Variabilität der Fingerkneifkraft (finger pinch force), weniger Fehler beim Zielen, signifikant höhere Ergebnisse bei der Fingerkneifkraft, Studienentropie, beim Bizeps Curl und Handgelenksflexion als die Kontrollgruppe, die ihre normalen Aktivitäten ausübte (Keogh, Morrison & Barrett, 2007).

Laut Seguin und Nelson (2003) konnten Schwäche und Gebrechlichkeit und die damit einhergehenden Begleiterscheinungen durch ein Krafttraining vermindert werden. Zwei bis dreimal pro Woche regelmäßig ausgeführt, konnte die Muskelmasse und die Muskelkraft aufgebaut werden, die Knochendichte erhöht und Unabhängigkeit und Vitalität im Alter erreicht werden. Zudem wurden die Anzeichen und Symptome diverser chronischer Krankheiten, wie Herzkrankheiten, Arthritis oder Diabetes mellitus Typ II zu minimieren. Auch der Schlaf konnte verbessert und die Depressionen reduziert werden.

Nach einem zehnwöchigen Training der Beinstrecker welches mit 67 kaukasischen Männern und Frauen mit einem durchschnittlichen Alter von 70 Jahren zum Zeitpunkt der Eingangsmessung durchgeführt wurde gab es einen signifikanten Anstieg des Einwiederholungsmaximums, des Muskelvolumens und der Muskelqualität ($p < 0,001$) (Matthew et al., 2005).

In der Studie von Lindle et al. (1997) wurden 654 Männer und Frauen im Alter von 20 bis 93 Jahren untersucht, um geschlechtsspezifische und altersbedingter Unterschiede der Muskelkraft und Muskelleistung (isometrische, konzentrische und exzentrische Drehmomentwerte wurden dynamometrisch bestimmt). In dieser Studie erklärte das Alter den Verlust der konzentrischen Kraft besser als die Verluste der exzentrischen Kraft. Sowohl Männer als auch Frauen altersbedingte Verluste der konzentrisch ermittelten Muskelqualität, aber nur bei Männern konnte dieser Rückgang auch bei exzentrischen Aktionsformen nachgewiesen werden (Lindle et al., 1997).

2.4.7 Vorteile des Krafttrainings im Alterssport

Scheid und Prohl (2007, S. 146, zit. n. Boeckh-Behrens & Buskies, 1998) haben diverse Vorteile eines Krafttrainings, besonders im Alter, aufgelistet:

- „Erhaltung und Verbesserung der Lebensqualität (Autonomie im Alter)

- Erhaltung und Verbesserung der Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit des Stütz- und Bewegungsapparates (Funktionalität, Körperbewusstsein)
- Verringerung des Verletzungsrisikos im Alltag
- Stabilisierung des passiven Bewegungsapparates (Muskelaufbau)
- Kompensation der Kraftabnahme im Altersgang (Erhaltung).“

Gottlob (2007, S. 28) ergänzt diese Liste noch weiter:

- „Allgemeine Besserungen des Gesundheitszustandes
- Steigerung der Kraft und dauerhafter Erhalt der Kraft
- Aufbau einer gut entwickelten Muskelmasse
- Verletzungsprophylaxe
- Beschwerderückgang bei Verletzungen und Verschleißerscheinungen.“

2.4.8 Muskelabbau und Veränderung der Muskelfasertypen I & II im Altersprozess

Regelin, Winkler, Nieder und Brach (2007, S. 13) formulieren es kurzerhand folgendermaßen: „Der Körper ist ein Minimalist! Es gilt das biologische Grundgesetz: Die körperlichen Funktionen, die wir nicht einsetzen, werden automatisch abgebaut. Oder umgekehrt: Der Körper erhält nur die Funktionen aufrecht, die regelmäßig eingesetzt und benutzt werden.“

Muskelabbau zeigt sich bei den leichten alltäglichen Dingen, die aufgrund der verminderten Muskelmasse und -kraft den älteren Personen schwer fallen (Saini, Faulkner, Al-Shanti & Stewart, 2009).

Eine optimal entwickelte Kraftfähigkeit bringt im Alltagsleben älteren Menschen zahlreiche Vorteile (Denk et al., 2003) und sie „fördert die Resistenz gegenüber Alltagsbelastungen, weil sie dem altersbedingten Verlust an Körperkraft vorbeugt“ (Mertens, 1997, S. 197). Eine erhöhte Kraftfähigkeit zeigt, „dass Alltagsbelastungen von Personen mit kräftiger Muskulatur leichter bewältigt werden, wobei die Verletzungsanfälligkeit und Schädigungsgefahr vermindert sind“ (Boeckh-Behrens & Buskies, 2006, S. 11).

Sozioökonomische Auswirkungen des Muskelschwunds und der Muskelschwäche stellen eine immer größere Belastung für die Gesundheitssysteme und die primären Betreuungspersonen dar (Saini et al., 2009). Die Muskelatrophie aufgrund einer Nichtnutzung zeigt sich in der Reduktion der Muskelfasergrößen. Auch besteht eine

Verbindung zwischen dem Nichtgebrauch und einer verminderten Fähigkeit Substrate, wie Fettsäuren, Glucose und Pyruvat, zu nutzen (Evans & Campbell, 1993). Diese strukturellen Veränderungen gehen mit Muskelschwäche, reduzierter Ausdauerkapazität und Insulinresistenz einher. Muskelschwäche hängt sehr stark von reduzierter Muskelmasse ab und auch die Muskelkraft pro Einheit der Muskelmasse nimmt im Alter ab (Nair, 2004). In späteren Lebensjahren sind die verschiedenen Muskelfasertypen Veränderungen im unterschiedlichen Ausmaß unterworfen (Marzetti et al., 2010). Es sind fast ausschließlich Muskelfasern des Typ II vom degenerativen Prozess und der Muskelatrophie betroffen, die für schnelle und hoch intensive Bewegungen verantwortlich sind (Malafarinaa, Úriz-Otanoa, Iniesta & Gil-Guerrero, 2012). Somit entsteht eine Verschiebung der Muskelfasern von Typ II zu Typ I (Nair, 2004). Auch vermindert sich im Altersgang die Anzahl und Größe der Muskelfasern der Typen I und II (Visvanathana & Chapman, 2010; Morley, Baumgartner, Roubenoff, Mayer & Sreekumaran, 2001; Buford et al., 2010). Eine Muskelatrophie wird durch einen allmählichen und selektiven Verlust an Muskelfasern, speziell an Typ II Fasern aufgrund ihrer reduzierten Reinnervationskapazität verglichen mit Typ I Fasern hervorgerufen. Bei älteren Menschen verläuft dieser Prozess deutlich langsamer als bei jungen Menschen (Bross et al., 1999). Es wurde angenommen, dass Motoneuronen der schnellen Typ II Muskelfasern im Alter entweder verloren gehen bzw. absterben oder von Motoneuronen der Typ I Fasern übernommen werden. Somit werden Muskeln durch den Rückgang an Muskelfasern kleiner und aufgrund der Übernahme der Typ I Fasern langsamer (Saini et al., 2009). Im Endeffekt müssen Muskelfasern von anderen Motoneuronen gesteuert werden. Somit ist eine motorische Einheit für die Steuerung mehrerer Muskelfasern verantwortlich was in einem Effizienzverlust der Muskelansteuerung resultiert. Die Abnahme der Motoneuronen und motorischen Einheiten im Alter ist ein irreversibler Prozess (Malafarinaa et al., 2012).

2.4.9 Zusammenhang zwischen Satellitenzellen und Sarkopenie

Die Anzahl an Satellitenzellen, die essentiell für die Erhaltung der Muskelfasern, Wachstum und Regeneration sind, nimmt im Alter stark ab. Bewegungstraining und speziell Krafttraining spielen bei der Erhaltung und Vergrößerung des Satellitenzellenpools eine vorteilhafte Rolle und begünstigen einen Anstieg des Satellitenzellengehalts (Snijders, Verdijk & van Loon, 2009).

2.4.10 Mitochondriale Veränderung und Apoptose

Im Alter lässt die mitochondriale Funktion in den Muskeln nach bzw. es entsteht eine Dysfunktion (Nair, 2004). Es besteht ein Zusammenhang zwischen mitochondrialer Schädigung und einem Zelltod durch Apoptose. Zudem wird angenommen, dass ein Zusammenhang zwischen myonuclearer Apoptose und Sarkopenie besteht (Buford et al., 2010). Apoptose ist der programmierte Zelltod. Wenn dieser nicht reguliert ist, kann er große Schäden, besonders bei den Muskelfaserzellen hervorrufen (Buford et al., 2010). Mehrere zelluläre Mechanismen tragen zum Muskelabbau und der Muskelatrophie durch Inaktivität während des Alterungsprozesses bei.

Mitochondrien sind aufgrund ihrer zentralen Lage in der Ausführung des programmierten Zelltods als Mediatoren bekannt, die einen kritischen Beitrag zur Apoptose liefern. Mitochondrien sind kausaler Faktor des Alterns und des Zelltods und spielen bei Sarkopenie eine große Rolle. Es ist leicht verständlich, dass die Beeinträchtigung der mitochondrialen Integrität und Funktion als wichtiger Beitrag zur Sarkopenie in Verbindung gebracht wird. Geprüft werden muss, ob es eine direkte Beziehung zwischen Apoptose und einem Verlust der Muskelmasse im Alter gibt (Marzetti et al., 2010).

2.4.11 Kraftniveau und körperliche Aktivität im Altersprozess

Das Ausmaß der körperlichen Aktivität hing bei Hunter, Thompson und Adams (2000) stark mit dem Kraftniveau zusammen, d.h. je schlechter die Kraft ausgeprägt war, desto geringer war die körperliche Aktivität einer Frau. Somit kann die Bewegungsaktivität Prädiktor der Lebenserwartung sein. Diese unterliegt Mechanismen, wie dem Rückgang der Muskelfasern, der Muskelmasse und Muskelfunktion (Nair, 2004).

„Wurde früher dieser allgemeine Abbau auf den Prozess des Alterns zurückgeführt, so weiß man heute, dass in erster Linie die mit zunehmendem Alter reduzierte Beanspruchung des Körpers kausal ist“ (Gottlob, 2007, S. 26). Aber „nicht das Altern selbst, sondern die verringerte Bewegung und Belastung, denen der Mensch ausgesetzt ist, sind primär verantwortlich“ (Gottlob, 2007, S. 26).

2.5 Ernährung und Alter

2.5.1 Proteinsynthese im Alter

Der Verlust von Muskelmasse mit zunehmendem Alter und/oder verminderter körperlicher Aktivität stellt einen bedeutenden Wandel in der Proteinverteilung des gesamten Körpers und einen partiellen Verlust an primären Proteinreservoirs dar, welche verwendet werden, um neue Aminosäuren zu liefern, welche wiederum neue Körperproteine herstellen (Evans & Campbell, 1993). Die fraktioniert myofibrilläre Proteinsyntheserate verläuft bei älteren Personen um 28% langsamer. Der Proteinumsatz ist für den Erhalt der Masse, der Struktur- und kontraktilen Proteine und Enzym-Funktionen wichtig (Bross et al., 1999).

2.5.2 Ausweg aus der Proteinsynthese Dysbalance

Körperliche Aktivität, insbesondere Krafttraining, kann den Netto-Muskel-Protein-Anabolismus stark stimulieren, was zu spezifischen metabolischen und morphologischen Anpassungen im Skelettmuskelgewebe führen kann. Krafttraining kann wirksam für die Muskelkraft und die Muskelmasse sein und somit die körperliche Leistungsfähigkeit und funktionelle Kapazität verbessern (Koopman & van Loon, 2009). Auch ist es wahrscheinlich, dass die Synthese von strukturellen Proteinen durch ein Krafttraining erhöht werden kann (Nair, 2004). Dies kann in beide Richtungen geschehen. Die Muskelproteinsynthese reagiert auf die Ausübung von Bewegung unabhängig davon ob es sich um, Krafttraining oder Ausdauertraining handelt entweder positiv oder auch negativ und auch die Syntheserate verschiedener Muskelproteine hängt davon ab (Nair, 2004).

Koopman und van Loon (2009) nennen es die Regulation der Muskelprotein Synthese. Der Rückgang des Muskelgewebes im Altersgang führt zu einer Störung in der Regulation des Skelettmuskelproteinumsatzes, was zu einem strukturellen Ungleichgewicht zwischen der Muskelprotein Synthese und dem Abbau führt.

2.5.3 Bedeutung von Ernährung und Bewegung bei älteren Menschen

Es ist von großer Bedeutung, dass ältere Menschen genügend Energieressourcen im Alltag, besonders bei körperlicher Bewegung zur Verfügung stehen. Diese können neben einer ausgewogenen Ernährung auch durch Supplementgetränke oder andere Nahrungsergänzungsmittel zugeführt werden. Die besten Resultate werden erzielt, wenn diese direkt im Anschluss an das Training eingenommen werden (Visvanathana &

Chapman, 2010). Die Aufrechterhaltung der Skelettmuskulatur hängt mit dem Gleichgewicht der dynamischen anabolen und katabolen Reaktionen zusammen, um die benötigten Level des Muskelproteins zu bestimmen (McKinnell & Rudnicki, 2004). Alle atrophischen Bedingungen teilen die Gemeinsamkeit für ein Ungleichgewicht in diesem System, was zu einer reduzierten Proteinsynthese und einem erhöhten Proteinabbau/Proteolyse führt, was wiederum in einer verminderten Muskelmasse und Muskelfasergröße resultiert (McKinnell & Rudnicki, 2004).

2.5.4 Nahrungsaufnahme im Altersgang

Die verminderte Nahrungsaufnahme im Alter, welche bei Männern stärker als bei Frauen ausgeprägt ist, ist sehr komplexen Mechanismen unterworfen (Morley et al., 2001). Einer reduzierten Nahrungsaufnahme und abnehmendem Appetit, geriatrische Anorexie genannt (Malafarinaa, Úriz-Otanoa, Iniesta & Gil-Guerrero, 2012), folgt oftmals Gewichtsverlust. Im Alter muss diesem Gewichtsverlust mit gleichzeitigem Anstieg der Muskelmasse und Reduzierung des Körperfetts entgegengewirkt werden. Der optimale BMI für ältere Personen soll, laut Visvanathana und Chapman (2010), bei 27 bis 30 kg/m² liegen.

Im Vergleich zu jüngeren Menschen sind ältere Menschen weniger hungrig, konsumieren kleinere und monotonere Mahlzeiten und sind nach einer normalen Mahlzeit schneller satt. So kann eine zusätzliche Proteinzufuhr dem Muskelabbau entgegenwirken. Obwohl eine sehr konzentrierte Protein-Diät (>45% Energie) mit Nebenwirkungen, wie Übelkeit, Durchfall und erhöhter Morbidität, einhergehen kann, scheint eine Proteinzufuhr bis zu 20 bis 35% der Energiezufuhr keine Nierenfunktionsstörungen oder andere Probleme bei gesunden Personen zur Folge zu haben. Eine Proteinversorgung von 1,0 bis 1,3 Gramm pro Kilogramm Körpergewicht pro Tag, gleichmäßig über den Tag verteilt, ist vollkommen ausreichend (Visvanathana & Chapman, 2010). Eine Unterstützung mit reinen essentiellen Aminosäuren hat einen Anstieg der trockenen Körpermasse (lean body mass) und Muskelprotein Synthese bei älteren Menschen gezeigt. Die Beigabe der Aminosäure Leucin zu einer normalen Mahlzeit unterstützt diesen Effekt stark (Visvanathana & Chapman, 2010). Koopman und van Loon (2009) unterstützen diese These. Es hat sich bestätigt, dass der Proteinumsatz im Skelettmuskelgewebe sehr stark auf die Nährstoffzufuhr reagiert. Die Einnahme von Aminosäuren und/oder Protein stimuliert die Proteinsynthese stark und hemmt den Proteinabbau, was zu einer positiven Netto-Protein-Balance sowohl in der jungen als auch in der älteren Generation führt. Der Verlust an Muskelprotein aufgrund eines Ungleichgewichts zwischen Proteinsynthese und -Abbau (Buford et al., 2010) kann durch eine Abschwächung des Muskelproteinabbaus

oder durch einen stimulierenden Muskel Proteinanabolismus aufgehalten werden (Saini et al., 2009).

Zusätzliche chronische Entzündungen im Körper älterer Menschen, die es für gewöhnlich gibt, sollen die Proteinsynthese negativ beeinträchtigen (Buford et al., 2010; Saini, Faulkner, Al-Shanti & Stewart, 2009; Morley, Baumgartner, Roubenoff, Mayer & Sreekumaran, 2001).

Die metabolische Fähigkeit des alternden Körpers verändert sich im Laufe der Zeit. Die Nahrungs- und Energieaufnahme scheinen reduziert zu sein, was einen Effekt auf die Proteinsynthese hat. Da aufgrund dieser Faktoren der Körper nur reduzierte Energieressourcen zur Verfügung hat, ist es für ihn noch schwerer Energie für die Wiederherstellung des Körpers nach Bewegung und Training zu bekommen. Durch eine bestimmte Ernährungsweise, dem Streichen von Kohlenhydraten bei Proteinmalzeiten, kann der anabole Effekt verstärkt werden. Dadurch wäre man dem Kampf gegen die Sarkopenie einen Schritt näher (Dreyer & Volpi, 2005).

Zudem wird älteren Menschen eine Supplementierung oder zusätzliche Einnahme von Vitamin D angeraten. Eine Mangelernährung, reduzierte Sonneneinstrahlung, dunklere Haut, der Gebrauch von Sonnencreme, umfangreiches Bekleiden von Hautpartien und Nierenkrankheiten tragen zu einer Reduktion des Serum-Vitamin-D-Spiegel bei. Ältere Menschen mit einem niedrigen Vitamin D Level haben eine geringere Muskelmasse und schlechtere Handgriffkraftwerte im Vergleich mit Personen, die einen hohen Vitamin D Level aufgewiesen haben (Visvanathana & Chapman, 2010).

2.6 Ursachen der altersbedingten Muskelschwäche

Laut Saini et al. (2009) sind vermehrte sitzende Lebensweise, reduzierte Reaktionsfähigkeit auf trophische Hormone und das verminderte Niveau von Wachstumshormonen, Androgenen (Testosteron), insulin-like growth factor-I, geringes Dehydroepiandrosteron (DHEAS), verminderte Östrogene (Östron, Östradiol), wenig Vitamin D, die Abnahme oder ein Ungleichgewicht im Eiweißstoffwechsel, die Zunahme neurodegenerativer Prozesse, eine Muskelfaser Atrophie, eine erhöhte Prävalenz von Behinderungen, eine verminderte Leistungsfähigkeit und Grundumsatz, sowie eine Änderung in der Genexpression die Gründe einer altersbedingten Reduktion der Muskelmasse.

2.6.1 Kachexie

Kachexie ist bei älteren Erwachsenen weit verbreitet und als schwere Auszehrung bekannt. Sie wird von Krankheiten, wie Krebs, kongestive Kardiomyopathie und Nierenkrankheit im Endstadium, begleitet (Cruz-Jentoft et al., 2010). Neben Sarkopenie ist die Kachexie ein weiterer Hauptgrund für einen Muskelmasse- und Kraftverlust im Alter (Saini et al., 2009). Die Auswirkungen der Kachexie werden durch den unvermeidlichen Rückgang der körperlichen Aktivität verstärkt, welche sich im Muskel bemerkbar macht und letztendlich zu zusätzlicher Muskelatrophie führt (Saini et al., 2009). Kachexie von chronischen Krankheiten steht mit Schäden an motorischen Nerven, einem gesteigerten Proteinabbau und der Apoptose von ansässigen Stammzellen, verschärft durch erhöhte Werte von zirkulierenden Zytokinen, in Verbindung. Saini et al. (2009) sind der Meinung, dass eine krebsbedingte Kachexie mit einem Verlust der Muskelmasse einherging, welche durch Appetitlosigkeit, Gewichtsverlust, allgemeine Schwäche und Müdigkeit selbst bei den einfachen Tätigkeiten im Leben ausgelöst wurde. Ein Ausweg aus der Kachexie wäre die weitere Aufklärung der molekularen oder zellulären Regulationsebenen der Atrophie, damit dieser Vorgang gedämpft werden kann.

2.6.2 Dynapenie

Der reine Verlust der Muskelkraft im Alter wird als Dynapenie bezeichnet. Im Gegensatz zur Sarkopenie ist dies eine eindimensionale Bezeichnung (Bijlsma, Meskers, Westendorp & Maier, 2012). Dynapenie ist ein altersbedingter Rückgang an Muskelkraft und Schnellkraft (Manini & Clark, 2012).

2.6.2.1 Screening Test für Dynapenie

Der Test ist für ältere Menschen ab 60 Jahren, welche einen Fragenkatalog über Risikofaktoren beantworten müssen. Bei einem hohen Risiko wird die Beinstreckkraft gemessen (knee extensor strength). Ist sie normal, so besteht keine Dynapenie, weicht sie von der Norm ab, so besteht, abhängig vom Grad der Abweichung, eine (moderate oder schwere) Dynapenie (Manini & Clark, 2012, S. 35, zit. n. <http://dynapenia.blogspot.com>). Bei einem niedrigen Risiko wird die Handgriffkraft gemessen. Hat die Person normale Werte erreicht, besteht keine Dynapenie. Bei Werten, die von der Norm abweichen, wird der Beinstrecktest durchgeführt, bei dem wieder normale oder nicht normale Werte erreicht werden können und daraufhin eine Einteilung in (moderate oder schwere) Dynapenie oder keine Dynapenie erfolgt. Für eine entsprechende Therapie und Rehabilitation werden Untersuchungen zur Identifikation der

neuronalen und muskulären Faktoren angestellt (Manini & Clark, 2012, S. 35, zit. n. <http://dynapenia.blogspot.com>).

2.6.2.2 Theorien zur Ursache der Muskelschwäche bei alten Menschen

Dynapenie wird auf der Ebene des Nervensystems durch einen Rückgang der motorischen Einheiten und der Wiederaufladegeschwindigkeit verursacht. Dies wird durch drei Mechanismen bedingt:

1. Durch neuropathische Prozesse
2. Durch einen Rückgang des supraspinalen Antriebs (supraspinal drive), welcher selbst durch eine abfallende kognitive Funktion hervorgerufen wurde
3. Durch eine Reduktion der spinalen Erregbarkeit, welche durch den Rückgang des supraspinalen Antriebs ausgelöst wird (Manini & Clark, 2012, S. 31, zit. n. Manini & Clark, 2010).

Auf muskulärer Ebene spielen zwei Faktoren eine große Rolle: Sarkopenie und die Verschlechterung der kontraktilen Qualität.

Sarkopenie wird verursacht durch

1. Eine Verminderung der körperlichen Aktivität
2. Eine reduzierte Proteineinnahme
3. Myozelluläre Δ 's
4. Hormonelle und immunologische Δ 's, die auf die neuropathischen Prozesse einwirken, welche wiederum direkt die Sarkopenie und die Reduktion der motorischen Einheiten und die Wiederaufladegeschwindigkeit beeinflussen (Manini & Clark, 2012, S. 31, zit. n. Manini & Clark, 2010).

Die kontraktile Qualität wird durch vier Bereiche beeinflusst.

1. Die Architektur der Δ 's.
2. Die Umwandlung der Muskelfaser Typen.
3. Die Entkopplung der Erregung und Kontraktion excitation contraction uncoupling.
4. Der periphere Input der Δ 's, welcher wiederum die spinale Erregbarkeit reduziert (Manini & Clark, 2012, S. 31, zit. n. Clark & Manini, 2010).

2.6.3 Sarkopenie

2.6.3.1 Definition der Sarkopenie

Fortgeschrittenes Alter hängt mit Veränderungen der Körperkomposition zusammen. Die wohl bekannteste ist Sarkopenie (Evans & Campbell, 1993, S. 465).

Laut Bijlsma et al. (2012) gibt es keine einheitliche Definition. Den Terminus Sarkopenie wurde erstmals von Rosenberg 1988 gebraucht (Bijlsma et al., 2012). Seit dem ist das Interesse gewachsen und diverse Versuche wurden unternommen eine generelle Definition zu finden. Es scheint, dass wichtige Meilensteine in der Entwicklung einer klinisch anwendbaren Definition von Sarkopenie fehlen (Bijlsma et al., 2012).

Die European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) hat jedoch im Jahr 2010 eine praktische klinische Definition und einen Konsens der Diagnosekriterien altersbedingter Sarkopenie entwickelt (Cruz-Jentoft et al., 2010). Anhand der medizinischen Literatur wurden dafür entsprechende Nachweise erbracht. Sarkopenie ist ein Syndrom, welches mit einem progressiven und generellen Verlust der Skelettmuskelmasse und Kraft und dem daraus resultierenden Risiko eines ungünstigen Ausgangs/Outcomes, wie dem Erlangen physischer Behinderungen, schlechter Lebensqualität oder dem Tod, charakterisiert ist. Um eine Diagnose stellen zu können, müssen die betroffenen Personen geringe Muskelmasse und entweder geringe Muskelkraft oder eine geringe körperliche Leistungsfähigkeit aufweisen (Cruz-Jentoft et al., 2010).

Es gibt verschiedene Mechanismen, die in den Prozess des Ausbruchs und Verlauf der Sarkopenie involviert sind. Hierzu zählten die Proteinsynthese, Proteolyse, neuromuskuläre Integrität und der Muskel-Fettgehalt. Bei einem Individuum mit Sarkopenie können diese verschieden stark ausgeprägt sein und in anderen Stadien vorliegen (Cruz-Jentoft et al., 2010).

2.6.3.2 Stadien und Kategorien der Sarkopenie

2.6.3.2.1 Kategorien der Sarkopenie

Cruz-Jentoft et al. (2010) unterscheiden zwischen der primären und sekundären Sarkopenie. Bei der primären Sarkopenie, auch age-related sarcopenia (altersbedingte Sarkopenie), sind keine anderen Ursachen außer Altern erkennbar. Die sekundäre Sarkopenie wird weiter in die activity- (tätigkeitsbezogene), disease- (krankheitsbedingte) und nutrition-related (ernährungsbedingte) sarcopenia unterteilt (Cruz-Jentoft et al., 2010). Die tätigkeitsbezogene Sarkopenie kann aufgrund von Bettruhe, Bewegungsmangel,

Dekonditionierung oder Schwerelosigkeit auftreten. Bei der krankheitsbedingten Sarkopenie gibt es eine Verbindung mit fortgeschrittenem Organversagen (Herz, Lunge, Leber, Niere und/oder Gehirn), entzündlichen oder endokrinen Erkrankungen oder bösartigen Tumoren. Das Ergebnis einer unzureichenden Zufuhr von Energie und/oder Proteinen, wie bei gastrointestinalen Störungen, schlechter Nahrungsaufnahme oder Verwendung von Medikamenten, die eine Anorexie verursachen, ist die ernährungsbedingte Sarkopenie (Cruz-Jentoft et al., 2010).

2.6.3.2.2 Stufen der Sarkopenie

Laut Cruz-Jentoft et al. (2010) besteht eine Einteilung der Sarkopenie in drei Stufen. Bei der Presarcopenia tritt eine geringe Muskelmasse auf, was aber keinen Einfluss auf die Muskelkraft oder körperliche Leistungsfähigkeit hat. Bei der zweiten Stufe, der Sarcopenia, haben die betroffenen Personen aufgrund einer geringen Muskelmasse eine geringe Muskelkraft und eine extrem niedrige oder geringe körperliche Leistungsfähigkeit (physical performance). Wenn alle drei Kriterien der Definition erfüllt sind (geringe Muskelmasse, geringe Muskelkraft und eine niedrige oder geringe körperliche Leistungsfähigkeit), spricht man von der dritten Stufe, der Severe Sarcopenia (Cruz-Jentoft et al., 2010, S. 3).

2.6.3.2.3 Identifikation der Sarkopenie in Forschung und Praxis

Cruz-Jentoft et al. (2010) haben die gängigen Messungen für die Identifikation der Sarkopenie in Forschung und Praxis erläutert.

Messung der Muskelmasse in der Forschung

- Computertomographie (CT)
- Magnetresonanztomographie (MRT)
- Dual-Energy X-Ray (DXA)
- Bioimpedanz Analyse (BIA)
- Vollständiges oder partielles Körperkalium pro Anteil fettfreier Weichteile

Messung der Muskelmasse in der klinischen Praxis

- BIA
- DXA
- Anthropometrie

Messung der Muskelkraft in der Forschung

- Handgriffkraft
- Knieflexions- und extensionstest
- Peak expiratory flow

Messung der Muskelkraft in der klinischen Praxis

- Handgriffkraft

Messung der körperlichen Leistungsfähigkeit in der Forschung

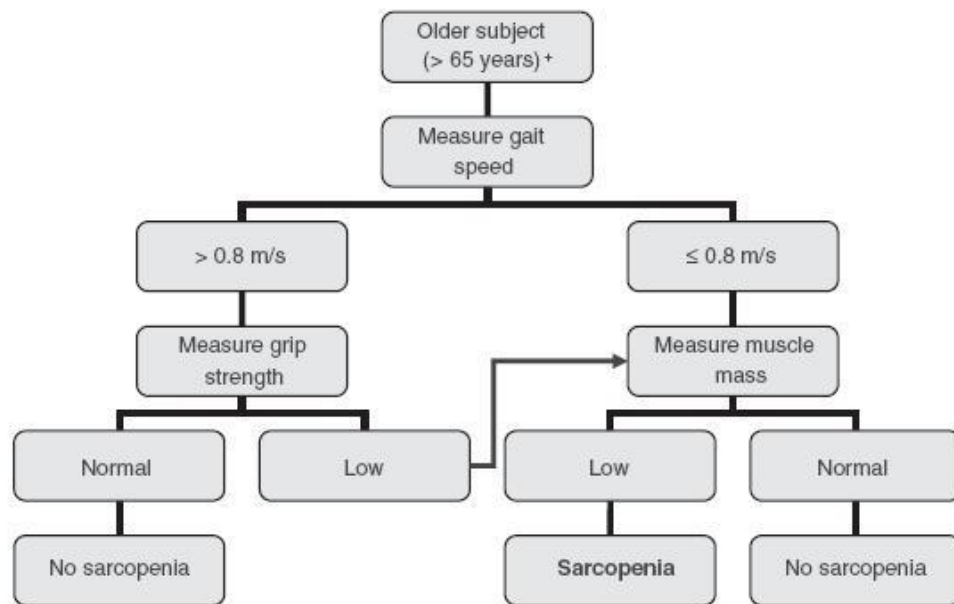
- Short Physical Performance-Batterie (SPPB)
- Übliche Gehgeschwindigkeit
- Timed Get-up-and-go-Test
- Stair climb power Test

Messung der physical performance in der klinischen Praxis

- SPPB
- Übliche Gehgeschwindigkeit
- Get-up-and-go-Test

2.6.3.3 Prüfung und Bewertung der Sarkopenie

Von der EWGSOP wurde ein Modell entwickelt, welches das Risiko an Sarkopenie zu erkranken bzw. die Identifikation erleichtern soll (Cruz-Jentoft et al., 2010). Die einfachste Methode basierte auf der Messung der Gehgeschwindigkeit. Ein Cut Off Punkt der Gehgeschwindigkeit von $>0,8\text{m/s}$ sollte das Risiko der Sarkopenie identifizieren (Cruz-Jentoft et al., 2010). Wie schon Stenholm et al. (2007) herausgefunden haben, kann eine geringe Handgriffkraft Limitierungen der Gehgeschwindigkeit (walking limitations) von Personen im Alter zwischen 32 und 72 Jahren vorhersagen ($\text{OR}=0,56$, 95% CI:0,38-0,81).



* Comorbidity and individual circumstances that may explain each finding must be considered

+ This algorithm can also be applied to younger individuals at risk

Abb. 1 Modell zur Prüfung des Sarkopenierisikos (Cruz-Jentoft et al., 2010, S. 9)

Von Lauretani et al. (2003; zit. n. Cruz-Jentoft et al., 2010, S. 6) konnte Sarkopenie mit einem Cut Off Punkt der Handgriffkraft definiert werden. Dieser lag für Männer bei <30 kg und für Frauen bei <20 kg.

2.6.3.4 Ursprung der Sarkopenie

Doch worin liegt der Ursprung der Sarkopenie? Der multifaktorielle Ursprung und die Pathogenese der Sarkopenie wird von Morley et al. (2001) dargestellt.

- Alters-Anorexie
- Abnehmende physical activity
- Ansteigende Arteriosklerose
- Ansteigende Zytokinaktivitäten, wie Interleukin-1, -6 und Tumor Nekrosefaktor α
- Abbauende anabole Hormone, wie Testosteron, DHEA, GH, Insulin Growth Faktor-1
- Abnehmende Anzahl und steigende Irregularität von Aktivierung der Muskeleinheiten

Zudem begünstigen intrinsische und extrinsische Faktoren die Sarkopenie.

Intrinsische Faktoren:

- Reduktion anaboler Hormone
- Erhöhte Entzündungsaktivität im Körper

- Anhäufung freier Radikale, welches zu oxigenem Stress führt
 - Veränderung der mitochondrialen Funktion
 - Erhöhte apoptotische Aktivität in den Muskelfasern
- (Visvanathana & Chapman, 2010).

Carmeli et al. (2002) erweiterten diese Liste:

- Reduzierter Metabolismus, Verlangsamung der Proteinsynthese und des Proteinumsatzes
- Reduktion der Enzymaktivitäten und Energiereserven
- Abnehmende mitochondriale Funktion und oxydativer Stress
- Veränderungen in der neuronalen Stimulation
- Veränderungen im Hormonhaushalt und Regulation
- Reduktion der Blutversorgung und Kapillarbetten.

Extrinsische Faktoren:

Extrinsische Faktoren tragen wesentlich zur Entwicklung der altersbedingten Sarkopenie bei. Hierzu gehören Beeinträchtigungen in der Ernährungsweise und ein Mangel an Bewegung (Visvanathana & Chapman, 2010).

Carmeli et al. (2002) nennen zudem extrinsische Faktoren, die zu Sarkopenie im hohen Alter führen:

- Unterernährung bzw. Mangelernährung (malnutrition)
- Inadäquate Bewegung (exercise)
- Atrophie wegen Nichtnutzung der Muskulatur und Immobilität der Extremitäten
- Traumatische Unfälle
- Krankheiten und Arzneimittel

Bei der Sarkopenie und dem Fortschreiten der Krankheit spielen Begleiterkrankungen, wie Kachexie, Krebs, Hypoxie-bedingte Erkrankungen, Nierenkrankheiten oder Leberversagen, Diabetes Mellitus Typ II oder das Immunsystem schwächende Viren eine große Rolle (Buford et al., 2010) und stehen in Verbindung mit ansteigender Mortalität und funktioneller Degeneration (Roubenoff, 2003). Auch der Lebensstil ist ein wichtiger Auslösefaktor und Bedingung, an Sarkopenie zu erkranken (Buford et al., 2010).

Einen großen Einfluss besitzen Bewegung und Immobilität nicht nur auf Sarkopenie, sondern auch auf freie Radikale und oxydativen Stress. Carmeli et al. (2002) entwickelten

das goldene Dreieck der oxydativen Balance, welches aus den Elementen Biomoleküle, Oxydantien und Antioxidantien besteht. Ein pathogener Prozess kann entstehen, wenn von irgendeinem der Elemente die Störung des Gleichgewichts verursacht wird. Dies kann entweder durch eine Verringerung des Umfangs der Antioxidantien oder durch einen Überschuss an oxydativen Elementen verursacht werden. Irgendeiner dieser Faktoren wird dadurch bei den Molekülen oxydativen Stress verursachen, der eine Zell- und Gewebeschädigung mit sich bringt.

2.6.3.5 Prävention der Sarkopenie

Damit die Alterskrankheit Sarkopenie erst gar nicht auftritt, meinen Hollmann und Strüder (2009, S. 526), „die effektivste Maßnahme zur Prävention der altersbedingten Muskelabbauvorgänge und der Sarkopenie ist Krafttraining.“ Denn wie bei allen Krankheiten, so ist auch für die Sarkopenie Prävention besser als Heilung (Visvanathana & Chapman, 2010).

Ein Langzeitmuster an Bewegung und Training und ein spezielles Ernährungsverhalten sollen die besten präventiven Maßnahmen gegen Sarkopenie sein. Von einer hormonellen therapeutischen Unterstützung wird zum derzeitigen Zeitpunkt und vom Wissenstand abgeraten (Visvanathana & Chapman, 2010).

Aerobes Training und Krafttraining helfen den altersbedingten Rückgang und die fortlaufende Sarkopenie zu verzögern (Visvanathana & Chapman, 2010; Sanchis-Gomar, Gómez-Cabrera & Viña, 2011), wobei kräftigende Übungen für die Skelettmuskulatur die angebrachtere Form ist. Dies kann mit verschiedenen Intensitäten und auf dynamische oder statische Weise erfolgen. Für ein Krafttraining kann das Heben von Gewichten, ein Training an Kraftmaschinen im Fitnesscenter, die Benutzung von Kurzhanteln, freien Gewichten, leichten Hanteln oder Therabändern genutzt werden. Das Training bringt die besten Resultate, wenn mit hoher Intensität mit einem Widerstand von mehr als 80% der maximalen Kapazität gearbeitet wird. Auch ein Training mit 50% der maximalen Kapazität zweimal die Woche für 30 Minuten bringt einen positiven Effekt. Ein Widerstandstraining behandelt das Problem der altersbedingten Muskelatrophie durch die Erhöhung der Muskelmasse und Kraft bei älteren Erwachsenen und gebrechlichen alten Menschen. Die Muskelprotein Synthese wird hierdurch angeregt und eine Muskelhypertrophie entsteht (Visvanathana & Chapman, 2010).

Für eine Verbesserung der $VO_2\text{max}$ sprechen vor allem ausdauerorientierte Sportarten, wie Joggen, Walking, Radfahren oder Schwimmen. Ein Training mit einer Häufigkeit von dreimal pro Woche, einem Umfang von 30 Minuten und einer Intensität von mehr als 80%

der VO₂max kann die aerobe Kapazität um 10 bis 25% bei alten Menschen steigern. Ein Ausdauertraining kann aber nicht präventiv gegen die altersbedingte Abnahme der Muskelmasse und Kraft wirken (Visvanathana & Chapman, 2010).

Wichtig ist die Durchführung eines regelmäßigen Musters eines exercise mit einem Mix aus Krafttraining und aeroben Training, welches am besten drei- bis fünfmal pro Woche mit einer Dauer von 30 bis 45 Minuten stattfinden soll (Visvanathana & Chapman, 2010), um eine Muskelhypertrophie durch einen anabolen und nicht katabolen trainingswirksamen Reiz zu bewirken (Saini et al., 2009).

2.6.3.6 Medikamentöse Behandlung der Sarkopenie

Gegen Sarkopenie gibt es diverse Hormonbehandlungsmöglichkeiten, um den Begleiterscheinungen dieser Krankheit entgegenwirken zu können. Doch sollten nicht-hormonelle und nicht-toxische Behandlungsmöglichkeiten gefunden werden, da die Nebenwirkungen der hormonellen Medikamente nicht in Relation zur Wirkung stehen sollen (Sanchis-Gomar et al., 2011).

Im Alter gibt es einen progressiven Abfall des Serum Testosteron und Testosteron Level bei Männern (Matsumoto, 2002; Visvanathana & Chapman, 2010), der in Verbindung mit altersbedingten komorbiden Krankheiten, Medikation und Unterernährung stand. Außerdem könnten altersbedingte Veränderungen der Körperkomposition, sexueller Funktion, Stimmung, kognitiver Funktion, Schlaf und Erythropoese auftreten, die mit abnehmenden Werten des Serum Testosteron Level in Verbindung stehen (Matsumoto, 2002). Auch Visvanathana und Chapman (2010) raten von einer Testosterontherapie ab, da die Ergebnisse nicht überzeugend sind. Eine Testosteronbehandlung von älteren Männern mit einem niedrigen bioverfügbaren oder einem niedrigen bis normalen Testosteronspiegel wurde mit einer Erhöhung der Muskelmasse, Kraft und funktioneller Unabhängigkeit in einigen Studien in Zusammenhang gebracht, aber diese Effekte schienen bei älteren Männern weniger stark ausgeprägt zu sein als bei jüngeren Männern mit Hypogonadismus. Andere Studien zeigten keine konkreten Zuwächse an Muskelmasse und -Kraft und der Einsatz von Testosteron trug auch einige Risiken, wie Prostataereignisse oder die Erhöhung des Hämatokritwerts (Visvanathana & Chapman, 2010). Durch eine Testosteron Supplementation bei 60 bis 75 Jahre alten Männern gab es keine Veränderung bei der Handgriffkraft. Ein Anstieg der Handgriffkraft wurde hingegen bei zwei Studien mit 69 bis 89 Jährigen und 51 bis 79 Jährigen nachgewiesen. Zwei andere Studien haben hingegen einen Anstieg der Kraft erbracht (Bross et al., 1999).

Der Einsatz einer Hormonersatztherapie (HRT) bei postmenopausalen Frauen im Alter zwischen 50 und 60 Jahren von mindestens einem Jahr Dauer konnte potenziell die Abnahme der Muskelmasse und Kraft nach der Menopause reduzieren. Aufgrund zu weniger Studien und Ergebnisse konnte jedoch bis jetzt der Einsatz der HRT nicht unterstützt werden (Visvanathana & Chapman, 2010).

Auch der Einsatz des Growth Hormons (GH) ist zweifelhaft. Ein Anstieg der fettfreien Körpermasse und Knochendichte mit gleichzeitiger Reduktion der Fettmasse brachte viele Vorteile, jedoch war der funktionelle Nutzen der Verabreichung von GH beschränkt und unerwünschte Wirkungen, insbesondere Arthralgie, periphere Ödeme und Karpaltunnelsyndrome gingen mit der Beigabe einher (Visvanathana & Chapman, 2010).

2.6.3.7 Sarkopenie bedingte Fettleibigkeit

Es soll ein Zusammenhang zwischen dem prozentuellen Körperfettanteil und Sarkopenie geben. Durch bösartige Tumore, rheumatische Arthritis und Altern kann die Magermasse des Körpers zurückgehen, während der Körperfettanteil bleibt oder weiter zunimmt (Cruz-Jentoft et al., 2010, S. 4). So haben Castillo et al. (2003) Sarkopenie als fettfreie Masse (FFM) von ≥ 2 SD unterhalb des geschlechtsspezifischen Mittelwerts einer jungen Referenzpopulation definiert. Bei 6% der untersuchten Studienpopulation, mit dem durchschnittlichen Alter von 73 Jahren, war dies gegenwärtig. Im Studienverlauf stieg die Häufigkeit der Sarkopenie sprunghaft von 4% der Männer und 3% der Frauen im Alter von 70 bis 75 auf 16% der Männer und auf 13% der Frauen im Alter von 85 und älter. Auch das Risiko an Sarkopenie zu erkranken stieg mit steigendem Alter an (Castillo et al., 2003). Können die Werte der Messung der fettfreien Masse für die Erstellung der Diagnose Sarkopenie genutzt werden? Baumgartner et al. (1998, S. 755-763, zit. n. Malafarinaa, Úriz-Otanoa, Iniesta & Gil-Guerrero, 2012, S. 111) gaben in ihrer Studie „Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico“ für die Werte der Messung der fettfreien Masse für die Erstellung der Diagnose Sarkopenie bei Frauen 5,45 kg/m² und bei Männern 7,26 kg/m² an. Melton, Khosla und Riggs (2000, S.10-12, zit. n. Malafarinaa et al., 2012, S. 111) in der Studie „Epidemiology of sarcopenia“ konnten als Diagnosewert bei Frauen 6 kg/m² und bei Männern 8,7 kg/m² nachweisen. Janssen, Baumgartner, Ross, Rosenberg und Roubenoff (2004, S. 413-421, zit. n. Malafarinaa et al., 2012, S. 111) konnten bestätigen, dass in der Studie „Skeletal musclecut points associated with elevated physical disability risk in older men and women“ ein Wert von <5,76 kg/m² bei Frauen und ein Wert von <8,51 kg/m² bei Männern Sarkopenie diagnostiziert werden kann (Malafarinaa et al., 2012).

3 Handgriffkraft

3.1 Handgriffkrafttests und –Dynamometrie

Hollmann und Strüder (2009, S. 522) vertreten die Auffassung, dass die Arm-Schulter-Kraft ohne spezielles Training vom 30. bis 50. Lebensjahr fast unverändert bleibt, vorausgesetzt es gibt einen durchschnittlichen Ausgangswert. Bereits im vierten Lebensjahrzehnt nimmt die Kraftleistung des Arm-Schulter-Bereiches ab.

3.2 Definition

Die Messung der Handgriffkraft ist ein biomechanisches Verfahren, bei welchem mit einem Dynamometer Kraftmaxima gemessen werden (Mechling, 1998).

In dieser Arbeit wird die englische Bezeichnung der handgrip strength sinngemäß als Handgriffkraft übersetzt.

3.2.1 Diagnose im Gesundheitssport durch Krafttests

Bös geht auf die Wichtigkeit der Erfassung der körperlichen Fitness bei alten Menschen ein, wobei die Tests mittels verschiedener Testmöglichkeiten durchgeführt werden und anhand von Normwerten Vergleiche bringen können (Mechling, 1998 S. 65-76). An dieser Stelle wird nur das Maximalkrafttestverfahren, speziell das statische Testverfahren, vorgestellt. Die Messung der Maximalkraft wird bei Weineck (2007, S. 506) folgendermaßen beschrieben. „Ihre Bestimmung erfolgt computergestützt mit isokinetischen Testgeräten im statischen Modus oder mit Hilfe von preisgünstigeren Dynamometern (z.B. Handdynamometern). Dabei wird gegen einen unüberwindbaren Widerstand eine maximal große Kraft ausgeübt, die über Kraftsensoren registriert und als Kraft- bzw. Drehmoment-Zeit-Kurve aufgezeichnet wird.“ Für Denk et al. (2003, S. 176) ist auch ein Test mittels eines Dynamometer für die Diagnostik der Kraft geeignet.

3.3 Dynamometrie

Hollmann und Strüder (2009, S. 194-195) teilen ebenfalls die Auffassung von Weisser oder Weineck. „Für die Beurteilung der statischen Kraftleistungsfähigkeit haben sich die Dynamometrie und die Elektromyographie besonders bewährt.“

Mit der Dynamometrie bzw. Tensiometrie (Dehnungsmeßstreifenprinzip) kann nur die willkürlich in einer bestimmten Körperposition ausüb bare Maximalkraft gemessen werden. Dynamometer, die brauchbare Kraftwerte einzelner Muskelgruppen wiedergeben sollen, müssen eine möglichst exakte Fixation des Körpers garantieren. Besteht keine ausreichende Fixation, werden alle Muskeln einer »Kraftflußkette« erfaßt, und es besteht unter Umständen die Möglichkeit, die Kraft des schwächsten Gliedes der Kraftflußkette, also der schwächsten Muskelgruppe, zu messen. Damit aber würde nicht die Muskelgruppe identifiziert, deren Kraft bei der Messung erfaßt werden sollte. (Hollmann & Strüder, 2009, S. 178)

3.4 Allgemeines zur Handgriffkraft

Meusel (1999, S. 278) tätigte die Aussage, die Ermittlung der Handkraft durch ein Dynamometer gelte als einigermaßen aussagekräftig für die allgemeine Entwicklung der Muskelkraft eines Individuums. Das Testinstrument ist ein Dynamometer. Weineck (2007, S. 507) verweist auf diese unkomplizierte Testmethode. „Die statische Maximalkraft der Finger lässt sich auf relativ einfache Weise über ein Handdynamometer messen“ (Weineck, 1999, S. 357). „So kann mit Hilfe des Handdynamometers die statische Maximalkraft der Fingerbeuger gemessen werden. Da Männer und Frauen im 7. Lebensjahrzehnt noch etwa über 70% ihrer maximalen Handdruckkraft verfügen (vgl. Nöcker, 1980, S. 282; Fetz & Kornexl, 1993, S. 49), kann diese Methode sinnvoll als Testverfahren bei Älteren eingesetzt werden“ (Denk et al., 2003, S. 176). Natürlich sollte eine solche Testung nur nach ärztlicher Absprache und unter Ausschluss vermeintlicher Kontraindikatoren, wie Gelenkproblemen und Bluthochdruck, stattfinden.

Alltagstätigkeiten können mit der spontanen Gehgeschwindigkeit, Aufstehen von einem Stuhl oder Sessel, Treppensteigen oder dem Aufheben kleiner Gegenstände, gemessen werden, wie Israel (1998, S. 58-59) betont.

Von Wichtigkeit ist das Kraftniveau der Handmuskulatur bei alltäglichen Dingen. Es ist natürlich sinnvoll Muskelgruppen zu testen, die eine Alltagsrelevanz vorweisen können. „Häufig gebrauchte Muskeln, wie z.B. die Fingerbeuger, haben schon ein relativ hohes

Kraftniveau erreicht und sind damit im weiteren Verlauf schlechter trainierbar als weniger beanspruchte Muskeln oder Muskeln, die im täglichen Leben relativ niedrig zu ihrer Kapazität beansprucht werden“ (Weineck, 2007, S. 407).

3.5 Probleme der Handgriffkraft-Dynamometrie

Jede Messung und Testung hat ihre Vor- und Nachteile. „Messwerte und Zahlenangaben von unterschiedlichen Geräten divergieren zum Teil erheblich. Inter- bzw. intraindividuelle Vergleiche sind demnach nur über Messwerte des gleichen Fabrikats aussagekräftig“ (Weineck, 2007, S. 509). Weitere Gütekriterien müssen zusätzlich beachtet werden. „Um bei den Messungen zuverlässige Ergebnisse zu produzieren, ist auf eine optimale Positionierung des jeweiligen Probanden/Sportlers und eine korrekte Einstellung des Gerätes zu achten“ (Weineck, 2007, S. 509).

„Ferner ist eine gute Fixierung der Testperson zu gewährleisten, damit der Test ohne Ausweichmöglichkeiten und ohne Einsatz von Hilfsmuskulatur bewerkstelligt werden kann. Auch eine klare standardisierte Instruktion ist von besonderer Bedeutung“ (Weineck, 2007, S. 509). Testversuche sind deshalb von Nutzen. „Maximalkrafttests setzen sowohl die volle technische Beherrschung der Übung voraus als auch die uneingeschränkte Belastbarkeit der beanspruchten Muskeln und Gelenke“ (Schnabel, Harre, Krug & Borde, 2003, S. 155). Dennoch wird eine Momentaufnahme durch die Kraftmessung vorgenommen. „Die Schwankungsbreite der maximalen statischen Kraft kann bei ein und der selben Person von Tag zu Tag in einer Größenordnung von $\pm 10\%$ liegen“ (Hollmann & Strüder, 2009, S. 178).

3.6 Standardnormen der Griffkraft

„Standardnormwerte der Handgriffkraft als Mittelwerte von 690 Personen im Alter von 55 Jahren und älter (Meusel, 1999, S. 21).“

Tab.1: Standardnormwerte der Handgriffkraft von Meusel (1999)

Alter (Jahre)	Griffkraft (kg) bei Männern	Griffkraft (kg) bei Frauen
55 - 59	47 - 52	30 - 33
60 - 64	44 - 49	28 - 31
65 - 69	41 - 46	26 - 30
70 - 74	38 - 43	24 - 28
75 +	34 - 39	22 - 25

(mod. n. Meusel, 1999, S. 21)

3.7 Unterschiede zwischen den Geschlechtern bei der Messung der Handgriffkraft

Es treten Griffkraftunterschiede beim Mann und bei der Frau in folgender Position auf: in stehender Position, der Oberarm befindet sich gegen Unterarmstellung in einer 90° Stellung, die Hand nimmt eine Supinationsstellung ein. Die gemessene Handgriffkraft wird in Newton angegeben mit folgenden Werten: Männer: 625 ± 101 ; Frauen: 455 ± 104 . Somit liegt die Kraft der Frau in % bei der Kraft des Mannes von 66,2% (Hollmann & Strüder, 2009, S. 183). Hollmann und Strüder (2009, S. 234) schreiben, dass bei der Gliedmaßenmuskulatur deutliche Unterschiede zwischen Mann und Frau bestehen. Die Trainierbarkeit des Rumpfes hingegen ist identisch, also bei Muskelgruppen die eher statisch arbeiten (Hollmann & Strüder, 2009, S. 234).

4 Mortalität

4.1 Definition Mortalität

„Sterblichkeit, Verhältnis der Todesfälle zur Gesamtzahl der Personen“ (Der kleine Duden Fremdwörterbuch, 1991, Mannheim: Dudenverlag, S. 273). „Sterblichkeit, Zahl der an einer Krankheit Verstorbenen im Verhältnis zur Zahl der Gesamtbevölkerung“ (Fremdwörterbuch, 1995, Bindlach: Gondrom, S. 288). „Mortalitätsrate = Anzahl Verstorbener innerhalb eines Zeitintervalls“ (Scheid & Prohl 2007, S. 143). Definition Mortalität nach Hollmann (2006, S. 144): Sterblichkeit. Zahlenmäßige Beziehung der Todesfälle zur Gesamtbevölkerung.

4.2 Mortalitätsunterschiede zwischen den Geschlechtern

Große Differenzen bestehen hinsichtlich des Geschlechts bei der Sterblichkeitsrate. „In allen Lebensphasen [...] hat das männliche Geschlecht eine höhere Mortalität als das weibliche. Man nimmt an, dass wesentlich mehr männliche als weibliche Zytogene entstehen.“ Dies kann auch an der Instabilität des männlichen Geschlechts liegen (Daug, 2001, S. 244). „Summa summarum stehen im Alter von 100 Jahren 100 Frauen noch 27 Männer gegenüber“ (Daug, 2001, S. 244).

4.3 Körperliche Aktivität und Mortalität

Pfaffenberger (1994) berichtete über die Beziehung zwischen körperlicher Aktivität und zahlreichen anderen Lebensstilcharakteristika zur Mortalität bei 10.269 Personen. „Solche Männer, die in ihrer ersten Lebenshälfte einen inaktiven körperlichen Lebensstil aufwiesen und dann aber zu einem mäßigem körperlichen Training fanden, hatten ein um 23% geringeres Sterblichkeitsrisiko als die weiterhin inaktiv gebliebenen“ (Hollmann & Strüder, 2009, S. 540).

Blair et al. (1996) untersuchten 52.069 Menschenjahre im Zeitraum von 1970 bis 1989. 275 der untersuchten Personen verstarben zwischenzeitlich. Das mittlere Sterbealter betrug 69,8 Jahre in der körperlich inaktiven Kategorie. In jeder Altersgruppe – unterteilt nach 20-39 Jahre, 40-49 Jahre, 50-59 Jahre und älter als 60 Jahre – besaßen die

jeweils in den vergangenen Jahren körperlich aktiv gewordenen Personen eine signifikant höhere Lebenserwartung. (Hollmann & Strüder, 2009, S. 540-541)

Somit wird die Bedeutung körperlicher Aktivität für spätere Lebensphasen offensichtlich.

4.4 Sport und Lebenserwartung

Wie ersichtlich wird, besteht große Klarheit darüber, dass wohldosiertes Sporttreiben einerseits zu einer Erhöhung der Lebenserwartung als auch zur Verlängerung der Lebensspanne beitragen kann (Paffenbarger, Hyde & Wing, 1990; Paffenbarger et al. 1993; Erikssen et al., 1998). „In all diesen Studien ist das Kriterium die Reduzierung der Sterblichkeit. Da die meisten Todesfälle auf Erkrankungen beruhen, wirkt der Sport als Moderator für die Reduktion des Erkrankungsrisikos“ (Denk et al., 2003, S. 108). Die genannten Ergebnisse stützen nicht den Einfluss von Bewegung oder Sport auf verschiedene Altersprozesse. Die Wirkung manifestiert sich vielmehr auf den „die Gesundheit als den die Sterblichkeit reduzierenden Faktor“ (Denk et al., 2003, S. 108). Inwieweit ist die Lebenserwartung beeinflussbar? „In den letzten Lebensphasen sind genetische und umweltbedingte Faktoren in enger Wechselbeziehung kausal in Morbidität und Mortalität involviert“ (Daug, 2001, S. 244). Doch es spielt nicht nur die Umwelt eine Rolle. „Die Lebenserwartung des Menschen wird in der Regel durch die Leistungsfähigkeit bzw. Insuffizienzbereitschaft des schwächsten seiner lebenswichtigen Organe bestimmt“ (Weineck, 2004, S. 419). Wenn der Muskel als wichtiges Organ zählt, so kann die von ihm ausgehende Kraft den ganzen Organismus schützen und stärken und die Leistungsfähigkeit des alten Menschen erhalten und steigern. Gesagt werden muss, „nicht jede Verminderung der Leistungsfähigkeit eines Organs (ist) so schädlich, daß der Mensch daran leiden oder gar sterben muß (...) Es gibt offensichtlich in den Organen (aber auch in den Zellen selbst) eine ausreichende Reservekapazität, die verloren gehen kann“ (Denk et al., 2003, S. 106).

5 Einleitende Studien zum Thema Relevanz der Handgriffkraft im Alter

5.1 Kraftverlauf im Alter – Abfall der Handgriffkraft im Altersgang

Die Handgriffkraft ist ein wichtiges Messinstrument und bietet diverse Vorteile, so Cournil, Jeune, Skytthe, Gampe, Passarino und Robine (2010, S. 1101, zit. n. Rantanen, Era & Heikkinen, S. 1994). Sie bietet eine gute Schätzung der isometrischen Kraft der oberen Extremitäten und korreliert mit anderen Muskelgruppen. Somit wird die Messung der Handgriffkraft als ein guter Indikator für die gesamte Muskelkraft angesehen. Bei Patient/innen mit dem progressive lower motor neuron syndrome kann die Muskelkraft sehr gut mit einer Handgriffdynamometrie gemessen werden (Cournil et al., 2010). Die Messung der Handgriffkraft hat den Vorteil günstig und schnell anwendbar zu sein (Visser et al., 2003, S. 744).

5.2 Handgriffkraft und Alter

Zudem besteht ein Zusammenhang bzw. eine Abhängigkeit zwischen der Handgriffkraft, dem Alter und dem Geschlecht. Im Vergleich zwischen 28 älteren Personen im Alter von 65 bis 79 Jahren und 27 gesunden, unabhängigen jungen Personen im Alter zwischen 20 bis 35 Jahren (Ranganathan, Siemionow, Sahgal & Yue, 2001, S. 1481), bei denen die Handgriffkraft mit einem Jamar Dynamometer gemessen wurde (Sammons Preston Inc., Bolingbrook, IL) (Ranganathan et al., 2001, S. 1480), hatten die älteren Personen eine um 30% schwächere Handgriffkraft ($p < 0,001$) (Ranganathan et al., 2001, S. 1481). Auch bei der Kohorte der 359 Männer und 561 Frauen, welche in die zwei Altersgruppen 65 bis 74 Jahre und 75 Jahre und älter eingeteilt wurde (Bassey & Harries, 1993, S. 331), gab es einen signifikanten Abfall der Handgriffkraft mit steigendem Alter (Bassey & Harries, 1993, S. 333) über 2% pro Jahr bei beiden Geschlechtern (Bassey & Harries, 1993, S. 334). Die Handgriffkraft nahm nach dem vierjährigen Follow Up, welches 620 Personen überlebten (Bassey & Harries, 1993, S. 331), in der Gruppe der überlebenden Männern um 12% und bei den Frauen um 19% ab und stand im signifikanten Zusammenhang mit ansteigendem Alter (Bassey & Harries, 1993, S. 335).

An der Studie „Age-related decline in handgrip-strength differs according to gender“ nahmen insgesamt 2648 Personen, davon 1787 Männer und 861 Frauen im Alter von 18 bis 90 Jahren teil (Vianna, Oliveira & Araujo, 2007, S. 1310). Das mittlere Alter der

Männer lag bei 53 und der Frauen bei 52 Jahren. Die Handgriffkraft wurde mittels Dynamometer gemessen (Vianna et al., 2007, S. 1310). Je älter die Teilnehmer/innen waren, desto schlechter war ihre Handgriffkraft. Der Abfall war ab dem Alter von 30 Jahren bei Männern und ab 50 Jahren bei Frauen stärker. Bei beiden, Männern und Frauen, gab es einen signifikanten altersabhängigen Abfall der Handgriffkraft (Vianna, et al., 2007, S. 1310). Zudem hat das Altern einen degenerativen Effekt auf die Handfunktion inklusive der Finger- und Handgriffkraft (Ranganathan et al., 2001, S. 1478). Metter, Conwit, Tobin und Fozard (1997) verglichen relative und absolute Unterschiede in der Armkraft (strength) und -schnellkraft (power) bei 993 Männern und 184 Frauen während der Zeitspanne des Erwachsenenlebens mit einem 25 jährigen Follow Up durch Messungen mit einer Armkurbel und Handgriffkraft Dynamometers. Um Einflussfaktoren der Kraft und Schnellkraft besser beurteilen zu können, wurden die Testpersonen zusätzlich in Alter, Geschlecht, Körpergewicht, Körpergröße, Aktivitätslevel und alles, was Kraft und Schnellkraft beeinflussen kann, eingeteilt (Metter et al., 1997, S. B268). Für Männer wurden signifikante Altersunterschiede bei der Kraft ($p < 0,001$) und Schnellkraft ($p < 0,001$) gefunden mit Spitzen im Alter von 30 Jahren, worauf ein stetiger Abfall folgte. Im Zeitraum von 20 bis 80 Jahren nahm die Kraft bei Männern um 34% ab. Auch wurde ein signifikanter Unterschied bei den Altersdekaden bei Männern gefunden, sowie, dass 70 bis 80 jährige Männer größere Kraftunterschiede aufwiesen als jüngere Männer und 80 jährige Männer einen um 10% größeren Kraftunterschied als 20-jährige hatten. Eine Längsschnittanalyse mit 837 Männern über einen Zeitraum von 9,57 Jahren (Reichweite 1 bis 25 Jahre) ergab einen signifikanten Abfall der Handgriffkraft in der Längsschnittuntersuchung ($p < 0,001$) (Metter et al., 1997, S. B272). Bei der weiblichen Studienkohorte hingegen nahmen Kraft und Schnellkraft mit dem Alter signifikant ab ($p < 0,001$), wobei der Umschwung in den 50ern begann, aber in der Längsschnittanalyse mit 106 Frauen über einen Zeitraum von 3,9 Jahren wurde kein Nachweis erbracht, dass die Handgriffkraft abfiel (Metter et al., 1997, S. B272). Im Zeitraum von 20 bis 80 Jahren nahm die Kraft bei Frauen um 32% ab. Die one-way analysis of variance (ANOVA) fand keinen signifikanten prozentualen Unterschied der Kraft bei den Altersdekaden bei Frauen ($p = 0,33$) (Metter et al., 1997, S. B272).

5.3 Handgriffkraft und Geschlecht

Die Unterschiede zwischen der Handgriffkraft und dem Geschlecht spiegeln sich auch im Altersgang wieder. In der Studie von Ranganathan et al. (2001) hatten Frauen eine geringere Handgriffkraft als Männer ($p < 0,001$) und ältere Frauen eine 43% geringere Handgriffkraft als ältere Männer ($p < 0,001$) (Ranganathan et al., 2001, S. 1481). Auch die

Ergebnisse von Vianna et al. (2007, S. 1310) zeigten, dass Männer eine signifikant höhere Handgriffkraft aufwiesen als Frauen ($p < 0,001$).

5.4 Handgriffkraft und Region

Im regionalen Vergleich zeigten sich ähnliche Zusammenhänge und Unterschiede hinsichtlich der Handgriffkraftmessung bei älteren Menschen. Oksuzyan, Crimmins, Saito, O'Rand, Vaupel und Christensen (2010) untersuchten Personen von drei verschiedenen Kontinenten in Bezug auf Geschlechtsunterschiede der Gesundheit und Mortalität. Der Vergleich zwischen den Teilnehmer/innen aus Dänemark, Japan (Nihon Universe Japanese Longitudinal Study) und den USA (Health and Retirement Study) im Altersgang zeigte einen deutlichen Abfall der Handgriffkraft bei Männern und Frauen. Japaner/innen hatten die geringste Handgriffkraft im Gegensatz zu den Dän/innen, die eine höhere oder auch gleichhohe Handgriffkraft wie die US-Amerikaner/innen hatten. In allen Ländern war bei Männern die Handgriffkraft höher als bei Frauen des gleichen Alters. Auch zeigte die Studie, dass die altersspezifische Mortalität in allen Ländern mit wachsendem Alter ansteigt (Oksuzyan et al., 2010). Einen europäischen Vergleich untersuchte die Studie „Handgrip Strength: Indications of Paternal Inheritance in Three European Regions“ (Cournit et al., 2010, S. 1101), die Teil der „European Challenge for Health and Aging Study“ war, einer Studie, welche genetische und umweltbedingte Determinanten der Langlebigkeit herausfinden sollte. Hierfür wurden 598 Personen aus drei europäischen Regionen Süd Dänemarks, Frankreichs und Italiens untersucht (Cournit et al., 2010, S. 1102). Die Handgriffkraft wurde durch einen Handgriffkraft Dynamometer (Smedley, model 281128; Scandidact, Kvistgaard, Dänemark) der Hand der eigenen Wahl erfasst. Das beste Ergebnis von drei Testungen wurde genommen. Das Alter der Gesamtkohorte lag für Männer bei 97,6 und bei Frauen bei 99,4 Jahren. Männer aus Dänemark waren 96,7 Jahre, aus Frankreich 97,6 Jahre und aus Italien 98,3 Jahre alt. Frauen aus Dänemark waren 100,0 Jahre, aus Frankreich 99,4 Jahre und aus Italien 98,9 Jahre alt. Die Handgriffkraft war bei Männern signifikant höher als bei Frauen ($p < 0,0001$) und ein klarer Nord Süd Gradient war sichtbar (Cournit et al., 2010).

5.5 Handgriffkraft und körperliche Aktivität

Die Beziehung zwischen der Handgriffkraft und gesundheitsbezogener Lebensqualität (health-related quality of life - HRQoL) sollte bei Sayer, Syddall, Martin, Dennison, Roberts und Cooper (2006, S. 409) untersucht werden. Die Teilnehmer/innen waren 2987

in Gemeinschaften wohnende Männer und Frauen im Alter von 59 bis 73 Jahren aus Hertfordshire im Vereinigten Königreich England. Die Handgriffkraftmessung, die als Marker der Sarkopenie galt, erfolgte mittels Jamar Handdynamometer und die gesundheitsbezogene Lebensqualität erhob man durch einen selbstberichteten Fragebogen. Die Ergebnisse zeigten, dass Männer und Frauen mit niedriger Handgriffkraft eine signifikant niedrigere generelle Gesundheit als Personen mit einer exzellenten und ausreichenden Handgriffkraft hatten (OR per Kilogramm Abfall der Handgriffkraft 1,13, 95% CI:1,06-1,19; $p < 0,001$ bei Männern und bei Frauen 1,13, 95% CI:1,07-1,20; $p \leq 0,001$), so Sayer et al. (2006, S. 411). Nach Adjustierung nach Alter, Größe, körperlicher Aktivität und bekannten Komorbiditäten stand eine abfallende Handgriffkraft der Männer in Verbindung mit einem zunehmenden Risiko von schlechten Werten des Physical Functioning (OR per Kilogramm Abfall der Handgriffkraft 1,03, 95% CI:1,01-1,06; $p = 0,007$) und genereller Gesundheit (OR=1,03, 95% CI:1,01-1,05; $p = 0,01$). Die gleichen Ergebnisse ergaben die Untersuchungen bei der Frauenkohorte (Sayer et al., 2006, S. 411). Die Studie von Kuh et al. (2005, S. 225) ergab ebenfalls, dass Personen mit einer schlechten Handgriffkraft schlechtere Werte der physical performance lieferten. Bei dieser Studie haben 2956 Personen im Alter von 53 Jahren an physischen Tests für die körperliche Leistungsfähigkeit teilgenommen. Die Handgriffkraft von 1406 Männern und 1444 Frauen wurde durch einen Dynamometer aufgenommen. Die generelle und spezifische körperliche Aktivität, funktionelle Limitierungen und die berichtete Gesundheit wurden durch Krankenschwestern und Fragebögen erhoben (Kuh et al., 2005, S. 225).

5.6 Muskelkraft – Sarkopenie

Sarkopenie soll das Gebrechlichkeitsrisiko im hohen Alter ansteigen lassen und steht in Verbindung mit unvorteilhaften Gesundheiterscheinungen von Personen aus westlichen Ländern. Da jedoch wenig über Sarkopenie, bei älteren asiatischen Personen, bekannt ist, soll die Studie von Lee et al. (2007, S. 404) mit 4000 in einer Wohngemeinschaft lebenden Chinesen/innen im Alter von 65 Jahren und älter Aufschluss geben. Bei dieser Kohorte wurden Daten des psychologischen Wohlbefindens (well-being scores) und über das Niveau der körperlichen Aktivität, wie z.B. Handgriffkraft oder sechs Meter Gehdistanz aufgenommen (Lee et al., 2007, S. 404) und mit der appendicular skeletal muscle mass (ASM/h²) verglichen. Nach Adjustierung mit dem Alter stand eine niedrige ASM/h² in Verbindung mit einer niedrigen Handgriffkraft bei Männern und Frauen. Das Ergebnis der Studie hat gezeigt, dass Sarkopenie mit körperlicher Inaktivität (physical inactivity) und schlechtem Wohlbefinden (well-being) zusammenhängt und zudem mit einer schlechten

Handgriffkraft in Verbindung steht (Lee et al., 2007, S. 404). Nicht nur körperliche Inaktivität, sondern auch Wachstumshormone sollen das Muskelwachstum und somit die Handgriffkraft beeinflussen. Der Zusammenhang zwischen dem IGF-binding-protein 3 (IGFBP3) und dem Insulin-like-Growth-Factor 1 (IGF1), dem Hauptfaktor des Wachstumshormons GH soll die Körperzusammensetzung im Alter beeinflussen, welche Auswirkungen auf die körperliche Funktionalität und muskuläre Kraft sowie auf die all cause Mortalität im Alter haben soll. In der Studie von Taekema, Ling, Blauw, Meskers, Craen, Maier und Westendorp (2011) wurde ein signifikanter Zusammenhang bei 198 Frauen im Alter von 89 Jahren zwischen IGFBP3 und der Handgriffkraft gefunden ($p < 0,001$). Dieser blieb auch, nach Adjustierung mit den Komorbiditäten, wie chronische Krankheiten, Diabetes mellitus, chronisch-obstruktive Lungenerkrankung, bösartige Tumore, Myokardinfarkt, Schlaganfall und Bluthochdruck, bestehen. Zudem wurde bewiesen, dass ein geringer Anteil des anabolen Faktors IGF1 mit geringer Muskelkraft bei alten Frauen zusammenhängt (Taekema et al., 2011).

5.7 Gewichtsveränderung, Handgriffkraft und Mortalität

Die Ergebnisse der Studie von Newman, Yanez, Harris, Duxbury, Enright und Fried (2001) zeigten, dass ein Gewichtsverlust unter anderem in Verbindung mit einer niedrigen Handgriffkraft stand und dass Personen mit einem Gewichtsverlust von mehr als 5% ein erhöhtes Mortalitätsrisiko nach der multivariaten Analyse hatten ($HR=1,67$, 95% CI:1,29-2,15) (Newman et al., 2001, S. 1309). Hierzu untersuchten sie 4714 Teilnehmer/innen im Alter von 65 Jahren und älter aufgrund ihres Gesundheitsstatus, erhoben demographische und sozioökonomische Faktoren und maßen die Handgriffkraft (Newman et al., 2001, S. 1310). Bei Cordeiro et al. (2009) wurde ein signifikant negativer Zusammenhang bei 173 Personen, bestehend aus 100 Männern und 73 Frauen im Alter von 65 Jahren, zwischen der Handgriffkraft und dem Conicity Index (CI-Wert), ein Index-Wert für das abdominale Fett Depot, herausgefunden. Die Teilnehmer/innen waren allesamt Dialyse Patienten/innen des Uppsala Academic Hospital in Stockholm (Cordeiro et al., 2009, S. 563). Nach der Follow Up Zeit von 41 Monaten zeigte die Kaplan-Meier Survival Analyse eine ansteigende Mortalität bei Personen in der höchsten CI Gruppe und bestätigte den Zusammenhang zwischen ansteigender Mortalität und dem CI-Wert bei Personen, die eine niedrige Handgriffkraft aufwiesen (Cordeiro et al., 2009).

5.8 Mangelernährung/Malnutrition

Die Einschätzung der Mangelernährung mit simplen bzw. einfachen Methoden wurde bei 120 Patient/innen für postoperative Komplikationen untersucht. Der bei weitem brauchbarste Index war die Messung der Handgriffkraft durch einen Handgriffdynamometer, welche mit einer 90%igen Wahrscheinlichkeit prophezeite, dass Komplikationen entwickelt werden ($p < 0,001$). Bei Patient/innen mit einer geringen Handgriffkraft war die Häufigkeit schwerwiegende Komplikationen zu bekommen sechsmal größer. Die Dynamometrie der Handgriffkraft schien für Risikopatient/innen ein nützlicher Screening-Test und ein wertvoller zusätzlicher Test für die Bewertung der Ernährung zu sein (Klidjian, Archer, Foster & Karran, 1982). Nicht nur Mangelernährung, sondern auch die Proteinunterversorgung spielte bei alten Menschen eine große Rolle. So konnte eine abfallende Proteinaufnahme zu Protein-Energie-Verschwendung und schlechten Überlebensraten führen. Es ist ungeklärt, was eine angemessene Proteinzufuhr bei einer Peritonealdialyse (PD) bedeutet, weshalb in der Studie „Daily protein intake and survival in patients on peritoneal dialysis“ (Dong, Li, Xu & Xu, 2011, S. 1) die tägliche angemessene Dosis der Protein Zufuhr (daily protein intake-DPI) bei einer PD Kohorte von 305 Patient/innen im durchschnittlichen Alter von $59,4 \pm 14,2$ Jahren ermittelt werden sollte. Die Kohorte wurde hierzu in drei DPI Gruppen aufgeteilt. Bei der Baseline Untersuchung wurden demographische und klinische Daten, die Handgriffkraft mittels eines Dynamometers beider Hände mit dem besten aus drei Versuchen aufgenommen, wobei der beste Versuch gewertet wurde. Bei den Ergebnissen wurde zwischen den Todesursachen all cause, kardiovaskulärem (CVD) Tod und first-episode Peritonitis unterschieden. Während der 44,5 monatigen Follow Up Periode starben 127 Patient/innen, 41,7% an CVD. Die Patient/innen des höchsten DPI Drittels bei der Baseline Untersuchung hatten, verglichen mit dem niedrigsten Drittel, signifikant höhere Handgriffkraftwerte und ein signifikant geringeres all cause und CVD Mortalitätsrisiko (Dong et al., 2011). Die Studie „Hand-Grip Muscle Strength, Lean Body Mass, and Plasma Proteins as Markers of Nutritional Status in Patients with Chronic Renal Failure Close to Start of Dialysis Therapy“ (Heimbürger, Qureshi, Blaner, Berglund & Stenvinkel, 2000, S. 1213) untersuchte den Zusammenhang zwischen chronischem Nierenversagen (Chronic renal failure – CRF) und einer Protein Fehl- bzw. Unterernährung. Die Studienpopulation bestand aus 115 Personen, 69 Männern und 46 Frauen, mit CRF, die eine Dialysebehandlung starten sollten. Das Durchschnittsalter lag bei 52 ± 12 Jahren und der Body Mass Index betrug $24,4 \pm 4,5$ kg/m² (Heimbürger et al., 2000, S. 1215). Von den 115 Patient/innen wurden 69 Personen, 33 Männer und 36 Frauen, für die Messung der Handgriffkraft herangezogen (Heimbürger et al., 2000, S. 1214). Es gab signifikante

Unterschiede zwischen der Handgriffkraft der männlichen Studienpopulation 38 ± 12 kg versus 56 ± 10 kg der Kontrollgruppe ($p < 0,0001$) und der Handgriffkraft der weiblichen Studienpopulation $24,7 \pm 7$ kg im Gegensatz zu 36 ± 7 kg der gesunden Kohorte ($p < 0,0001$). Eine niedrige Handgriffkraft stand im engen Zusammenhang mit einer Unterernährung (Heimbürger et al., 2000, S. 1216).

5.9 Kognition und Handgriffkraft

Gibt es einen Zusammenhang zwischen körperlicher Fitness und besserem erfolgreichen Altern (Deary, Whalley, Batty & Starr, 2006, S. 1195)? Um diese Frage zu klären, wurden 460 überlebende 79 jährige Studienteilnehmer/innen, die im Alter von 11 Jahren ihre Erstuntersuchung hatten, noch einmal untersucht. Die Kohorte bestand somit aus 272 Frauen und 188 Männern, die zu beiden Zeitpunkten Messungen der physischen Fitness, die die Handgriffkraft inkludierte, und einen kognitiven Funktionstest absolviert hatten (Deary et al., 2006, S. 1195) und bei denen eine signifikante Korrelation zwischen den Fitness Messungen, inklusive der Handgriffkraft, und erfolgreichem kognitiven Altern bestand. Auch wurde nachgewiesen, dass bessere Handgriffkraftwerte mit erfolgreichen kognitiven Altern korrelieren (Deary et al., 2006, S. 1196). Diese Ergebnisse unterstützen die Resultate der Studie von Alfaro-Acha, Al Snih, Raji, Kuo, Markides und Ottenbacher (2006), die behaupteten, dass der Abfall der Kognition und Demenz in Verbindung mit Behinderungen und vorzeitigem Tod im höheren Alter stehen würde. Ziel der Studie war es herausfinden, ob die Handgriffkraft einen kognitiven Rückgang bei älteren mexikanischen Amerikaner/innen vorhersagen kann (Alfaro-Acha et al., 2006, S. 859). Hierfür wurden Messungen und Daten von 2160 mexikanischen Amerikaner/innen im Alter von 65 Jahren und älter näher untersucht. Daten, wie die der Handgriffkraft, getestet durch einen Dynamometer, und die kognitive Funktion, mittels Mini Mental State Examination (MMSE) Test, wurden erhoben (Alfaro-Acha et al., 2006, S. 861). Das Ergebnis zeigte einen signifikanten Trend, dass das niedrigste Handgriffkraftviertel bei der Baseline Untersuchung im Zusammenhang mit niedrigen MMSE Werten stand und es einen signifikanten Rückgang der kognitiven Funktion im Zeitverlauf, im Vergleich zum höchsten Viertel der Handgriffkraft, gab (Alfaro-Acha et al., 2006).

5.10 Gebrechlichkeit und Griffkraft

Die Erforschung der Beziehung von Gebrechlichkeit, Behinderungstypen und der Handgriffkraft bei älteren Menschen, die zu Hause wohnten, stand bei Shechtman, Mann, Justiss und Tomita im Vordergrund (2004). Zunächst wurden alle 832 Teilnehmer/innen in die Altersgruppen 60 bis 69, 70 bis 79, 80 Jahre und älter und in vier Beeinträchtigungsgruppen eingeteilt. Zusätzlich wurde deren Handgriffkraft mit einem Jamar Dynamometer erhoben. Es wurden zwischen allen Gruppen der Handgriffkraft signifikante Unterschiede bei dieser nachgewiesen, wobei die Handgriffkraft mit ansteigendem Alter nachließ. Die Gruppe mit den wenigsten Beeinträchtigungen hatte die signifikant höchste Handgriffkraft (Shechtman et al., 2004).

5.11 Handgriffkraft und Behinderungen

Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und dem Risiko einer Behinderung? Laut der Studie von Femia, Zarit und Johansson (2001) stand die Handgriffkraft im direkten Zusammenhang mit Behinderungen. Dieses Ergebnis wurde nach Kontrolle der funktionellen Limitierungen bei 203 Schwedinnen und Schweden im Alter von 80 Jahren und älter gefunden, bei denen die Verbindung zwischen physischen und funktionellen Gesundheitsproblemen und Behinderungen durch Activities of Daily Living (ADL) untersucht wurde (Femia et al., 2001). Auch die Studie "Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability" (Rantanen et al., 1999, S. 558) bewies, dass die Messung der Handgriffkraft nach 25 Jahren ein aussagekräftiger Prädiktor der physischen Behinderung sei.

"This is the first study to show that muscle strength is a powerful predictor of physical disability as long as 25 years later. This study suggests that hand grip strength could be used for early screening of people at increased risk of physical disability in old age" (Rantanen et al., 1999, S. 560).

Das Ziel der Studie war zu bestimmen, ob die Handgriffkraft, gemessen im mittleren Lebensabschnitt, ausreicht um im Alter die Mortalität, Funktionalität und Behinderung vorherzusagen. Die Studie des Honolulu Herz Programms verlief über einen Zeitraum von 25 Jahren. Zum Zeitpunkt der Baseline Messung, bei der auch die Handgriffkraft durch einen Dynamometer (Smedley Hand Dynamometer, Stoelting Co, Holztal, Krank) erhoben wurde, betrug das durchschnittliche Alter der 6089 Teilnehmer 54 Jahre. Anhand der Handgriffkraftwerte wurde die Gruppe gedrittelt und miteinander verglichen. Die durchschnittliche Handgriffkraft lag bei 39,2 kg. Die Ergebnisse zeigten eine Neigung des

ansteigenden Risikos bei allen funktionellen Limitierungen und Behinderungen in Verbindung mit dem niedrigen Handgriffkraftdrittel im Vergleich mit dem hohen Drittel.

“Our study provides strong evidence that handgrip strength predicts functional limitations and disability 25 years later in an initially healthy cohort of 45- to 68-year old men. Those in the lowest grip strength tertile had the greatest risk and those in the middle tertile had intermediate risk compared with those in the highest tertile.” (Rantanen et al., 1999, S. 559)

5.12 Operationen, Krankheiten und Handgriffkraft

Die Messung der Handgriffkraft lieferte brauchbare Ergebnisse vor Operationen und bei Personen mit Krankheiten. So wurde die Messung mit einem Handgriffkraft Dynamometer genutzt, um eine alters- und geschlechtsabhängige Handgriffkraft von 247 gesunden Personen im Alter von 16 bis 95 Jahren ableiten zu können. Bei 90 Patient/innen wurde die präoperative Handgriffkraft gemessen und in Zusammenhang mit postoperativen Komplikationsraten gesetzt. Eine Handgriffkraft von 85% des Normwerts für Alter und Geschlecht wurde als effektivste Trennlinie für postoperative Komplikationen in Bezug auf Sensitivität und Spezifität gefunden, die 74% der Komplikationen vorhersagt ($p < 0.05$). Eine Handgriffkraft unter der empfohlenen geschlechts- und altersspezifischen Trennlinie ließ vermuten, dass Patient/innen sich in einer Hochrisikogruppe befanden und forderte eine weitere Untersuchung des Ernährungszustandes (Webb, Newman, Taylor & Keogh, 1989). Bei Patient/innen mit Krebs hatten die Personen mit einem Phasenwinkel im fünften Perzentil eine signifikant niedrigere Handgriffkraft. Diese Personen hatten auch ein signifikant höheres Sechsmonatsmortalitätsrisiko ($OR = 4,0$, 95% CI: 2,4-6,8; $p < 0,001$). Ein niedriger Wert der Handgriffkraft stellte somit bei Personen mit Krebs ein signifikant erhöhtes Risiko für einen subjektiven und objektiven funktionellen Status dar ($RR = 0,307$, 95% CI: 0,081-0,532; $p = 0,008$). Die Studienkohorte wurde aus 208 Männern und 191 Frauen gebildet, also insgesamt 339 Studienteilnehmer/innen, im Durchschnittsalter von $63 \pm 11,8$ Jahren mit Krebs, die hinsichtlich der Vorhersage des bioelektrischen Phasenwinkels für Funktionalität, Lebensqualität und Mortalität untersucht wurden (Norman et al., 2010). Patient/innen mit einer chronischen Nierenkrankheit (chronic kidney disease=CKD) oder dialyse-abhängige Personen im Endstadium mit Nierenkrankheiten (dialysis-dependent end-stage renal diseases = ESRD) hatten eine hohe all cause und

kardiovaskuläre Mortalität. Bei diesen Dialyse Patient/innen spielte die Protein Energie Verschwendung (protein-energy wasting = PEW) eine große Rolle. Um nähere Informationen zu erhalten, wurden 128 Personen, davon 60 Männer und 68 Frauen im durchschnittlichen Alter von $60,7 \pm 14,8$ Jahren in zwei CKD Stadien eingeteilt (1-3a und 3b-5) (Chang et al., 2011, S. 3). Personen mit einer niedrigen Handgriffkraft hatten ein signifikant geringeres Risiko, dass die Nierenkrankheit ausbricht (Kaplan-Meier Überlebenskurve; $p < 0,05$) (Chang et al., 2011, S. 5). Männer und Frauen mit einer niedrigen Handgriffkraft hatten in der univariaten und multivariaten Cox Regressionsanalyse eine geringere Gefahr, den Renal End point nicht zu erreichen, als Teilnehmer/innen mit einer höheren Handgriffkraft (Chang et al., 2011).

6 Inhalt der relevanten Studien zum Thema Handgriffkraft und Mortalität bei Personen im Alter von 50+

Im Folgenden werden unter Kapitel 6.1 bis 6.46 alle 46 Studien chronologisch gereiht nach dem Erscheinungsjahr detailliert beschrieben, die die Thematik der Handgriffkraftmessung zur Mortalitätsvorhersage bei Personen ab dem 50. Lebensjahr behandelt haben. Die Überschriften der Kapitel spiegeln hierbei den Namen der jeweiligen Studie wieder.

In dieser ausführlichen Darstellung der Studieninhalte werden der/die Autor/in bzw. die Autor/innengruppe, das Ziel der Studie, sowie der Ort und Zeitraum und die Länge des Follow Up, der jeweiligen Studie erläutert. Die gesamten relevanten Daten der Studienkohorte, wie z. B. die Größe der untersuchten Population und eine Beschreibung der Teilnehmer/innen mit einer alters- und geschlechtsspezifischen Verteilung, werden genannt. Zudem gibt es Informationen zur Art und Weise der Handgriffkraftmessung und anderer für die Studie bedeutsamer Messungen, wie auch Angaben zu den Todesursachen, Mortalitätsdaten und am Ende der Studie die entsprechende Größe der untersuchten Population.

6.1 A longitudinal study of handgrip and dementia in older people.

Die Studienpopulation von Milne und Maule (1982) bestand aus 215 Männern und 272 Frauen im Alter von 62 bis 90 Jahren aus Nord Edinburgh, Großbritannien. Bei der

Baseline Untersuchung wurde die Handgriffkraft durch ein Standard Blutdruckmessgerät ermittelt, wobei die Manschette auf einen Wert von 30 mm HG aufgeblasen wurde. Aufgabe war es diese so fest wie möglich zusammenzudrücken, wobei der beste von drei Versuchen jeder Hand aufgenommen wurde. Abschließend wurden die Werte der rechten Hand gewählt. Für eine bessere Analyse wurden jeweils drei Alterskategorien für Männer und Frauen gebildet. Diese lauteten 62 bis 69 Jahre; 70 bis 79 Jahre und älter als 80 Jahre. Die Follow Up Periode dauerte fünf Jahre und an der Abschlussuntersuchung nahmen nur noch 113 Männer und 148 Frauen teil. 68 Männer und 60 Frauen starben während des Follow Ups. Bei 88 Personen ist der Hintergrund der Nicht-Teilnahme unbekannt (Milne & Maule, 1982).

6.2 Severe functional declines, work disability, and increased mortality in seventy-five rheumatoid arthritis patients studied over nine years.

Für diese Studie wählten Pincus, Callahan, Sale, Brooks, Payne und Vaughn (1984) 22 männliche und 53 weibliche Patient/innen mit entzündlicher Arthritis bzw. Polyarthritis aus. Diese 75 Patient/innen wurden zwischen 1964 und 1973 mit einer intraartikulären Injektion mit Thiotepa behandelt (Pincus et al., 1984, S. 865). Die Proband/innen hatten ein mittleres Alter von 54,7 Jahren, wobei die Krankheit bei den Patient/innen im Mittelwert seit 11,2 Jahren bestand (Reichweite 2 bis 32 Jahre). Bei 27 von 55 Überlebenden wurde eine abschließende Handgriffkraftmessung durchgeführt (Pincus et al., 1984, S. 866). Die funktionelle Kapazität wurde mittels Fragebogen erfasst und anhand von ADL's kategorisiert. Die entstandenen Kategorien lauteten able to do with ease, able to do with some help, unable to do. Durch eine Blutdruckmanschette, die mit 30 mm HG aufgeblasen war, wurde die Handgriffkraft erfasst. Die Aufgabe der Teilnehmer/innen bestand darin bei drei Messungen jeder Hand die Manschette so fest wie möglich zusammenzudrücken. Aufgrund der hohen Korrelation zwischen den Werten der rechten und linken Hand wurden die Ergebnisse der rechten Hand gewählt. Der Mittelwert der gemessenen Handgriffkraft lag bei 111,6 mm HG (Pincus et al., 1984, S. 866). Zusätzlich wurde die Walking Time und ein Button Test durchgeführt (Pincus et al., 1984, S. 865). Von den ursprünglich 75 Patient/innen sind während des neunjährigen Follow Ups 20 Personen gestorben und deren Todesursachen wurden aufgenommen. Die

häufigsten Todesursachen waren Herzkrankheiten (n=8), Krebs (n=5), Infektionen (n=4) und andere Gründe (n=3) (Pincus et al., 1984, S. 868).

6.3 Grip strength, mental performance and nutritional status as indicators of mortality risk among female geriatric patients.

Phillips (1986) untersuchte bei dieser Studie 82 ältere Frauen, die aufgrund von Immobilität, Stürzen, Muskel-Skelett-Krankheiten, zerebrovaskulären Krankheiten, Demenz, Depressionen, Parkinsonscher Krankheit, Atemwegs-, Herz- und Nierenversagen, Infektionen des Atem- und Nierentrakts und Weichteilen, Magen-Darm-Krankheiten, Unterernährung, Anämie, Diabetes mellitus und der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit eine akute Krankenhauseinweisung in die geriatrische Station erhielten (Phillips, 1986, S. 54). Der Krankenhausaufenthalt lag bei den Patientinnen, die im Mittel $82 \pm 5,8$ Jahre alt waren, bei 14 ± 15 Tagen. Zusätzlich wurde eine Kontrollgruppe aus 35 Frauen im Durchschnittsalter von 80 Jahren für die Studie gebildet. Während des Krankenhausaufenthaltes wurde die Handgriffkraft durch einen Harpenden Handgriff Dynamometer ermittelt, wobei der beste von drei Versuchen gewertet wurde. Auch wurde die Handgriffkraft der 35 älteren gesunden Frauen gemessen, die als Kontrollgruppe dienten. Elf Patientinnen überlebten den Krankenhausaufenthalt nicht. Drei Frauen starben wegen Entzündungen in der Brust, zwei wegen Demenz mit Komplikationen mit Infektionen in der Brust und eine jeweils an den Folgen eines Karzinoms der Lunge, der Brust, einem Schlaganfall, wegen Nierenversagens, eines Mesenterial-Infarkts und aufgrund einer akuten Magen-Darm-Blutung (Phillips, 1986).

6.4 Survival, prognosis, and causes of death in rheumatoid patients.

Zwischen den Jahren 1966 und 1974 untersuchte man 1196 Patient/innen mit einer klinischen Diagnose von rheumatischer Arthritis an der Universität von Saskatchewan, in Saskatoon, Kanada (Mitchell, Spitz, Young, Bloch, McShane & Fries, 1986, S. 706). Bei der Baseline Untersuchung wurden Daten und Messungen von 805 männlichen und weiblichen Personen durchgeführt. Das Geschlechterverhältnis von Frauen zu Männern lag bei 2,2:1, also bei ca. 251 Männern zu 554 Frauen, so Mitchell et al. (1986, S. 707). Das Durchschnittsalter betrug 51,8 Jahre. Nach 10 Jahren haben 538 Patient/innen das

Follow Up überlebt und 233 Patient/innen sind gestorben, wobei verstorbene Personen älter (59,6 Jahre) als Überlebende (48,9 Jahre) waren. Die Todesursachen wurden aufgenommen und klassifiziert (Mitchell et al., 1986, S. 707).

6.5 Questionnaire, walking time and button test measures of functional capacity as predictive markers for mortality in rheumatoid arthritis.

Im Jahr 1973 wurden 75 Patient/innen mit Arthritis von Pincus, Callahan und Vaughn, (1987) untersucht. Bei den Baseline Messungen wurden demographische Daten, wie Alter, Geschlecht und Ausbildungsgrad, Krankheiten, Therapien, Komorbiditäten und die funktionelle Kapazität ermittelt (Pincus et al., 1987, S. 241). Die Handgriffkraft wurde mit einer Blutdruckmanschette gemessen, die auf 20 mm HG aufgeblasen wurde und es wurde die Aufgabe gestellt dreimal so fest wie möglich die Manschette zusammenzudrücken. Als Handgriffkraftwert wurde der Mittelwert von sechs Messungen, drei der linken und drei der rechten Hand, genommen. Das Ergebnis der Handgriffkraft betrug 99,2 mm HG. Das Durchschnittsalter bei der Baseline Untersuchung lag bei 54,7 Jahren und die Patient/innen hatten eine durchschnittliche Krankheitsdauer von 11,2 Jahren. Nach neun Jahren Follow Up sind 20 Patient/innen gestorben. Die Mortalität der Männer betrug 41% (neun von ursprünglich 22 Männern) und die der Frauen 21% (elf von ursprünglich 53 Frauen) (Pincus et al., 1987).

6.6 Comparision of forearm muscle dynamometry with nutritional prognostic index, as a preoperative indicator in cancer patients.

Die Studienpopulation bestand aus 95 Patient/innen, 53 Männern und 42 Frauen, mit Magen-Darm Krebs an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Stadien, die ein durchschnittliches Alter von 96,7 Jahren aufwiesen (Kalfarentzos, Spiliotis, Velimezis, Dougenis & Androulakis, 1989, S. 34). Die Handgriffkraft wurde bei der nicht-dominanten Hand mit einem Einzelfeder-Dynamometer vorgenommen, wobei der höchste Wert von drei Messungen gewertet wurde. Als Standardwert wurden die Handgriffkraftwerte von 240 gesunden Personen aus Patras genommen. Alle Patient/innen mit einem Wert unter 85% wurden mit einem Risiko für postoperative Komplikationen eingestuft, wie

Wundinfektion, Wundauslauf, bronchiale Lungenentzündung, bestätigt durch Röntgenaufnahmen und positiven Auswurf Kulturen, Anastomoseninsuffizienz, Bildung eines intraabdominellen Abszesses, allgemeine Peritonitis, Harnwegsinfektion (Kalfarentzos et al., 1989, S. 35). Es sind fünf Patient/innen nach dem Follow Up bzw. der Operation gestorben, alle befanden sich im Hochrisikobereich für postoperative Komplikationen.

6.7 Predictors of all-cause mortality between ages 70 and 80: the Koganei Study.

1976 wurden in Koganei City, Japan, 422 Teilnehmer/innen (197 Männer und 225 Frauen), aufgeteilt in 402 Teilnehmer/innen (188 Männer und 214 Frauen), bei denen alle Untersuchungen stationär durchgeführt wurden, und 20 Teilnehmer/innen (neun Männer und elf Frauen), bei denen alle Untersuchungen zu Hause durchgeführt wurden, zur Koganei Studie herangezogen (Shibata et al., 1992). Das durchschnittliche Alter der Kohorte lag zum Zeitpunkt der Baseline Untersuchung bei 69 bis 71 Jahren (Shibata et al., 1992, S. 284), bei der folgende medizinische Variablen als unabhängige Variablen aufgenommen wurden: Krankheitsgeschichte, Handgriffkraft, Alltagsaktivitäten (ADL), Alkohol Einnahme, Rauchen, Blutdruck, anthropometrische Messungen, Blutkomponenten, EKG und der Ausbildungsstatus als soziologische Variable. Die Bestimmung der Handgriffkraft erfolgte mit einem Dynamometer der stärkeren Hand (Shibata et al., 1992, S. 285). In den zehn Jahren des Follow Ups wurden alle Todesstatistiken mit Todeszeitpunkt und –grund aufgezeichnet und eine Rangliste der Todesursachen verfasst. Der Hauptgrund waren Herzkrankheiten, gefolgt von bösartigen Tumoren und zerebrovaskulären Krankheiten. Insgesamt sind 102 Personen verstorben, davon 59 Männer und 43 Frauen. Von den 422 Personen, die an der Baseline Untersuchung teilnahmen, haben 308 Personen, davon 136 Männer und 172 Frauen, das Follow Up überlebt (Shibata et al., 1992).

6.8 Prediction of long term mortality in patients with rheumatoid arthritis according to simple questionnaire and joint count measures.

Pincus, Brooks und Callahan (1994) haben 75 Patient/innen, aufgeteilt auf 22 Männer und 53 Frauen, mit rheumatischer Arthritis zur Studie im Jahr 1973 eingeladen. Das Durchschnittsalter betrug 54,7 Jahre bei der Baseline Untersuchung und die Patient/innen hatten eine Durchschnittsdauer der Erkrankung seit 11,2 Jahren. Bei der Baseline Prüfung gab es einen Fragebogen über demographische Daten, wie Alter, Geschlecht, Ausbildung, über klinische und artikuläre Daten sowie funktionelle Kapazität und ADL's. Die Messung der Handgriffkraft erfolgte mittels Blutdruckmanschette, die mit 30 mm Hg aufgeblasen war. Der/die Patient/in sollte dreimal so stark er/sie konnte diese zusammendrücken. Für jede Hand gab es drei Messungen, wobei der Mittelwert aus diesen sechs Messungen ermittelt wurde (Pincus et al., 1994, S. 27). Die Mortalität wurde nach fünf, zehn und 15 Jahren gemessen. Nach fünf Jahren gab es 13 Todesfälle, davon sieben durch die kardiovaskuläre Krankheit, einen wegen einer Magen-Darm-Krankheit, einen aufgrund einer Lungenerkrankung, drei wegen Infektionen und zwei durch rheumatische Arthritis. Nach zehn Jahren wurden zehn Todesfälle verzeichnet, drei wegen der kardiovaskulären Krankheit, sechs durch Krebs und einer aufgrund einer Lungenerkrankung. Weitere fünf Jahre später, also 15 Jahre nach der Baseline Untersuchung sind weitere elf Personen gestorben, davon fünf an der kardiovaskulären Krankheit, eine an Krebs, eine wegen einer Magen-Darm Krankheit, zwei an einer Lungenerkrankung, zwei Personen an Infektionen. In Summe gab es 34 Todesfälle, 15 durch die kardiovaskuläre Krankheit, sieben durch Krebs, zwei Patient/innen sind an einer Magen-Darm Krankheit gestorben, vier an einer Lungenerkrankung, weitere fünf an einer Infektion und eine Person durch rheumatische Arthritis.

6.9 Physical-strength tests and mortality among visitors to Health-Promotion Centers in Japan.

Das Ziel der Studie von Fujita et al. (1995) war Klarheit über den Zusammenhang zwischen physischem Kraftniveau und dem Sterberisiko, durch all cause, Krebs und kardiovaskulären Erkrankungen zu schaffen. Insgesamt nahmen 286 Personen, davon 3634 Männer und 3652 Frauen im Alter von 40 Jahren und älter aus Japan, teil. Die Baseline Untersuchungen fanden zwischen 1982 und 1987 statt, wobei auch ein

Fragebogen ausgesandt wurde. Das Follow Up startete am letzten Tag des Besuches des National Center for the Promotion of Health und endete entweder, wenn der Fragebogen zurückgesendet wurde oder mit dem Tod der Person (Fujita et al., 1995, S. 1350). Bei den Baseline Messungen gab es Krafttests, klinische Laboruntersuchungen und andere Variablen wurden erhoben, wie der Tabakgenuss, klinische Messungen, die Hautfaltendicke des Oberarms und Rückens, der Blutzucker, das totale Serum Cholesterin, systolischer und diastolischer Blutdruck und die vitale Lungenkapazität in %. Personen mit Blutdruck über 140 zu 90 mm HG stuft man als Hypertoniker ein (Fujita et al., 1995, S. 1350), Patient/innen, mit einem Wert unterhalb von 140 zu 90 mm HG als normal. Auch gab es einen Fragebogen über den Raucherstatus (Raucher, ehemaliger Raucher, Nichtraucher) (Fujita et al., 1995, S. 1351). Die Handgriffkraft, side step, vertikaler Sprung, stehende Rumpfflexibilität und Sit Ups wurden bei den physischen Krafttests gemessen und die Werte nach standardisierter Tabelle sortiert. Die Ergebnisse, die höher als die nach Alter und Geschlecht geordneten Vergleichswerte waren, wurden als hoch und jene, die sich unterhalb befanden, als niedrig eingestuft (Fujita et al., 1995, S. 1350). Für die statistische Analyse wurde eine Querschnittsverteilung der Daten beim Geschlecht und beim Alter zum Zeitpunkt der Baseline Erhebung vorgenommen und eine Kategorisierung in die Jahresabschnitte 40 bis 49, 50 bis 59, 60 bis 69 und ≥ 70 Jahre durchgeführt. Weitere Kategorien wurden für die Ergebnisse der klinischen Untersuchungen, für den Raucherstatus und für das Kraftniveau gebildet (Fujita et al., 1995, S. 1351). Todesursachen und –zeitpunkt wurden ebenfalls aufgezeichnet. Von den anfänglichen 7826 teilnehmenden Personen haben 85,9% (6259 Personen) das Follow Up beendet, davon 3177 Männer im durchschnittlichen Alter 53,6 Jahren bei der Baseline Erhebung und 3142 Frauen mit dem Durchschnittsalter von 54,5 Jahren bei der Baseline Erhebung. Es gab insgesamt 155 Todesfälle, 113 fielen dabei auf Männer und 42 auf Frauen. Pro 1000 Personenjahre gerechnet entsprach dies 6,1 Männer und 2,1 Frauen. Beides erhöhte sich ansteigend mit dem Alter. 55 (35,5%) Personen unterlagen Krebs, 24 (15,5%) einer Herzkrankheit, elf (7,1%) einer Leberkrankheit, acht (5,2%) hatten Unfälle, sechs (3,9%) starben durch eine Lungenentzündung, weitere sechs (3,9%) durch Schlaganfälle und bei 28 (18,1%) gab es verschiedene Gründe. Von 3004 überlebenden Männern am Ende des Follow Ups waren 78,8% (2363) bei guter Gesundheit, 17,8% (535) zum Zeitpunkt krank, 0,4% (11) ans Bett gebunden und 3,2% (95) gaben den Fragebogen nicht zurück (Fujita et al., 1995, S. 1352). Bei den 3100 Frauen, die am Ende des Follow Up am Leben waren, befanden sich 64% (1984) in dem Zustand guter Gesundheit, 31,9% (989) waren zum Zeitpunkt krank, 0,1% (drei) ans Bett gebunden und 4% (124) gaben den Fragebogen nicht zurück (Fujita et al., 1995, S. 1352-1353).

Tab.2: Handgriffkraftwerte der Männer (Durchschnitt der Messung der linken und rechten Hand) von Fujita et al. (1995)

Alter (Jahre)	Teilnehmer (n)	Handgriffkraft (kg)
40 - 49	798	45,8
50 - 59	633	41,8
60 - 69	546	31,5
70 - 79	91	32,8

(mod. n. Fujita et al., 1995, S. 1351)

Tab.3: Handgriffkraftwerte der Frauen (Durchschnitt der Messung der linken und rechten Hand) von Fujita et al. (1995)

Alter (Jahre)	Teilnehmerinnen (n)	Handgriffkraft (kg)
40 - 49	664	28,1
50 - 59	634	25,1
60 - 69	630	23,2
70 - 79	60	22,0

(mod. n. Fujita et al., 1995, S. 1351)

6.10 Muscle strength and mobility as predictors of survival in 75-84-year-old people.

Laukkanen, Heikkinen und Kauppinen (1995) wollten durch diese Studie kritische Hinweise erlangen, Risikofaktoren identifizieren, frühe Interventionen und effektive Behandlungsmöglichkeiten geben, um die Lebensqualität zu sichern und um älteren Menschen wertvolle aktive Lebensjahre geben zu können. Die Studie war Teil des „Evergreen Projekts“ mit Ziel den physischen, sozialen und mentalen Gesundheitsstatus, sowie alle Kapazitäten der älteren Generation aufrecht zu erhalten und zu verbessern. Sie startete 1988 in Jyväskylä, Finnland und es fanden erste Interviews statt. Von 65000 Einwohner/innen der Stadt waren 11,6 % über 65 Jahre alt (7600), 67,3% waren Frauen in der älteren Gruppe, 38,9% waren über 75 Jahre alt und älter (Laukkanen et al., 1995, S. 468). Insgesamt nahmen 1142 Personen am Interview, von denen 466 beim Gehgeschwindigkeitstest und 463 an den Krafttests teil. Alle Teilnehmer/innen wurden in drei Alterskategorien aufgeteilt. Die Gruppe des Alters 75 Jahre bestand aus 388

Personen, die Altersgruppe 75 bis 84 Jahre aus 800 und die der Gruppe 80 Jahre aus 291 Personen (Laukkanen et al., 1995 S. 469), wobei wegen der geringen Häufigkeit an Todesfällen die Gruppe 75 Jahre und 80 Jahre zu einer Gruppe zusammengefasst wurde (Laukkanen et al., 1995, S. 470). Handgriffkraftmessungen führte man bei 290 Personen (75,9%) der 75 Jährigen und 173 (61,1%) der 80 Jährigen durch. Das Follow Up der Studie dauerte bei der Gruppe 75 bis 84 Jahre 58 Monate und in der Gruppe 75 und 80 Jahre 48 Monate (Laukkanen et al., 1995, S. 469). Zwei Wochen nach dem Interview fand für alle 75 bis 80 Jährigen ein Test für funktionelle Kapazität und den Gesundheitsstatus statt. Der Test beinhaltete Messungen der Körperhöhe, des Körpergewichts, der sensorischen Wahrnehmung, der körperlichen Leistungsfähigkeit und der kognitiven Kapazität. Zudem wurde die Muskelkraft und Gehgeschwindigkeit erhoben, indem die maximale isometrische Muskelkraft an fünf Muskelgruppen gemessen wurde. Die Handgriffkraft und die Kraft Beinstrecker der dominanten Seite gaben Auskunft über das Kraftniveau der Teilnehmer/innen. Die Gehgeschwindigkeit (Walking Speed) maß man im Laborkorridor mit 10 Meter Länge mittels Stoppuhr (Laukkanen et al., 1995, S. 469). Ab dem Zeitpunkt der Baseline Erhebung wurden alle Mortalitätsdaten und Todeszeitpunkte bis Ende 1993 gesammelt. Insgesamt starben 271 Personen, davon 21 Männer und 44 Frauen in der Altersgruppe 75 Jahre, 20 Männer und 40 Frauen in der Altersgruppe 75 bis 84 Jahre und 52 Männer und 94 Frauen in der Alterskategorie 80 Jahre. Der Hauptgrund der Mortalität war die kardiovaskuläre Krankheit, gefolgt von Krebs (Laukkanen et al., 1995, S. 469-470). Aufgeteilt auf die Alterskategorien sind die Todesursachen folgendermaßen gereiht: in der Gruppe 75 bis 84 Jahre gab es insgesamt 146 Todesfälle, von denen 77 (52,7%) kardiovaskulär, 28 (19,2%) krebs-, fünf (3,4%) demenz-, zwei (1,4%) unfall- und 34 (23,3%) andersbedingt waren. In der Gruppe 75 Jahre starben insgesamt 65 Patient/innen, davon durch die kardiovaskuläre Krankheit 28 Personen (43,1%), durch Krebs 19 Personen (29,2%), an Demenz vier Personen (6,2%), aufgrund von Unfällen drei Personen (4,6%) und durch andere Gründe elf Personen (16,9%). 60 Todesfälle hatte die Gruppe 80 Jahre zu verzeichnen, 32 (53,3%) durch die kardiovaskuläre Krankheit, zehn (16,6%) wegen Krebs, eine (1,7%) durch Demenz, zwei (3,3%) durch Unfälle und 15 (25%) durch andere Umstände (Laukkanen et al., 1995, S. 470).

6.11 Measures of activity and damage in rheumatoid Arthritis: depiction of changes and prediction of mortality over five years.

Ziel der Studie von Callahan, Pincus, Huston, Brooks, Nance und Kaye (1997) war es die Aktivität und den Schaden bei rheumatischer Arthritis zu messen und die Änderungen und Vorhersage der Mortalität innerhalb von fünf Jahren darzustellen. Dafür fanden von 1984 bis 1986 Baseline Untersuchungen in Nashville, Tennessee, mit 210 Patient/innen, von denen 50,5% weiblich und 49,5% männlich waren, statt, bei der auch die Handgriffkraft mittels Dynamometrie ermittelt wurde. Bei Studienbeginn betrug das mittlere Alter 56,6 Jahre und die durchschnittliche Krankheitsdauer lag bei 9,7 Jahren (Callahan et al., 1997, S. 382). Fünf Jahre später, also zwischen Juli 1989 und Juni 1991, wurde das Follow Up abgeschlossen. 37 Personen sind in dieser Zeit gestorben, vier nahmen am Follow Up nicht teil und 169 haben überlebt (Callahan et al., 1997, S. 383).

6.12 Predictors of healthy aging in men with high life expectancies.

Aus dem Honolulu Heart Programm wurden 8006 Männer aus Japan, die 1965 in Hawaii lebten und zwischen 1900 und 1919 geboren wurden, untersucht, so Reed et al. (1998). Zum Zeitpunkt der Baseline Untersuchung, als sie sich im Alter zwischen 45 und 68 Jahren befanden, erfolgten die Messungen der demographischen Daten, Lebensgewohnheiten und die Krankengeschichte wie Vorfälle einer koronaren Herzkrankheit, Schlaganfall, Diabetes mellitus, Krebs, COPD und/oder Parkinson, per Interview. Per Fragebogen erhielt man Auskunft über den Alkoholkonsum, den Raucherstatus, den Ausbildungslevel und den physical activity Index. Gemessen wurde hingegen der Blutdruck, die Körpergröße, das Körpergewicht, der Body Mass Index, eine Spirometrie, Serum Cholesterin, Tryglizeride, Harnsäure und Glucose. Die Handgriffkraft der dominanten Hand wurde mit einem Stoelting Dynamometer ermittelt. Des Weiteren erfolgten eine kognitive Funktionsmessung und Tests für untere Extremitäten (Reed et al., 1998, S. 1464). Alle Studienteilnehmer unterteilte man in drei Gruppen:

Healthy men: 610 Männer vs.

1. Illness with impairment (Krankheit mit Beeinträchtigung): 1279 Männer
2. Illness without impairment (Krankheit ohne Beeinträchtigung): 589 Männer

3. Impairment without Illness (Beeinträchtigung ohne Krankheit): 676 Männer (Reed et al., 1998, S. 1465)

Von 8006 Männern der Baseline Erhebung entfielen 1501 wegen Tod oder Krankheiten vor der Follow Up Messung. Die restlichen 6505 Männer stellten die gesunde Baseline Population dar. Vor der vierten Messung 1993 starben 2524 Männer (39%). Von 3981 Überlebenden nahmen 82% (3263) Männer an drei Follow Ups teil. Das letzte fand zwischen 1991 und 1993, also 25 Jahre später, statt. Während dieser Zeit wurden alle Todesfälle aufgenommen (Reed et al., 1998).

6.13 Grip strength changes over 27 yr in japanese-american men.

Für diese Studie wurden Teilnehmer aus dem „Honolulu Heart Program“ und der „Honolulu–Asia Aging Study“, die 1965 begann, gewählt (Rantanen, Masaki, Foley, Izmirlian, Weiß & Guralnik, 1998, S. 2047). Zwei Baseline Prüfungen, bei denen die Messung der Handgriffkraft erfolgten, fanden statt. Sie wurde weiter bei den Zwischenmessungen der ersten, zweiten, vierten und fünften Prüfung gemessen. In den Jahren 1965 bis 1968 erfolgte die erste Prüfung mit 8006 Männern, zwischen 1968 bis 1970 gab es die zweite Prüfung mit 7498 Männern. Wenn Personen bei beiden Prüfungen teilnahmen, so wurde der Mittelwert der besten Ergebnisse beider Zeitpunkte gebildet. Nahm man nur an einer Messung teil, so wurde diese genommen. Die Ergebnisse wurden als Midlife Strength kategorisiert. Die Follow Up Messungen erfolgten zwischen 1991 bis 1993, deklariert als Prüfung vier mit 3741 und Prüfung fünf in den Jahren 1994 bis 1996 mit 2705 Teilnehmern. Bei der Gruppe old-age (71 bis 96 Jahre) wurde der Mittelwert der beiden besten Messungen beider Zeitpunkte gewählt, außer die Person nahm nur an einer Messung teil. In diesem Fall wurde das Ergebnis der besten Messung gewertet. Die Handgriffkraft wurde durch einen Smedley Hand Dynamometer (Stoelting, Holztal, IL) gemessen. Jeder Teilnehmer befand sich in sitzender Position mit dem Arm auf einen Tisch gestützt. Es gab drei Versuche pro Hand, wobei der beste Versuch gewertet wurde (Rantanen et al., 1998, S. 2048).

6.14 Factors associated with mortality after hip fracture.

1992 startete die Studie mit 248 Patient/innen, die alle eine Hüftfraktur erlitten (Meyer, Tverdal, Falch & Pedersen, 2000, S. 228). Das Durchschnittsalter lag bei $78,4 \pm 8,8$ Jahren für die Hüftfraktur Patient/innen und bei $78,8 \pm 8,7$ Jahren für die Kontrollgruppe. Bei der Baseline Erhebung wurde ein Mental Test durchgeführt, Indikatoren der somatischen Gesundheit, physical activity und anthropometrische Messungen erfolgten ebenso. Die Bestimmung der Handgriffkraft wurde mit einem Harpenden Handgrip Dynamometer (British Indicators, Luton, UK) durchgeführt. Das Outcome der Studie hieß lebend oder tot (dead or alive) (Meyer et al., 2000, S. 229). Nach einem halben Jahr sind 24 der 248 Hüftfraktur Patient/innen (9,7%) und in der Kontrollgruppe acht von 248 (3,2%) gestorben (Meyer et al., 2000, S. 229). Nach einem Jahr sind 12,9% vs. 5,2% und nach dreieinhalb Jahren sind 28,2% vs. 19,8% gestorben.

6.15 Muscle strength and Body Mass Index as long-term predictors of mortality in initially healthy men.

Das Ziel der Studie war es die Handgriffkraft als Prädiktor für die all cause Mortalität in Kombination mit verschiedenen Levels des BMI bei gesunden und krankheitsfreien Männern zu beweisen (Rantanen et al., 2000). Als Studienpopulation dienten die Teilnehmer des Honolulu Heart Program. Um Störfälle bezüglich Krankheiten für die Analyse herauszufiltern bzw. diesen entgegenzuwirken wurden nur Personen ausgewählt, die bei der Baseline Untersuchung gesund waren, Die Ausschlusskriterien waren Diabetes mellitus, Herzanfall, Schlaganfall, Gicht, Krebs, Angina Pectoris oder andere Herzprobleme. Somit lag die endgültige Teilnehmerzahl bei 6040 Männern japanischen Ursprungs (Rantanen et al., 2000, S. M169). Bei der Baseline Untersuchung wurden diverse Daten als Störvariablen erfasst, wie das Alter, der sozioökonomische Status, physical activity und Rauchen. Das Durchschnittsalter bei der ersten Prüfung lag bei 54 Jahren mit einer Reichweite von 45 bis 68 Jahren (Rantanen et al., 2000, S. M170). Der sozioökonomischer Status wurde in drei Kategorien unterteilt: 1=Grundschule, 2=junior oder senior high school, 3=technische Schule oder Universität. Die tägliche Belastung hingegen in vier Kategorien: 1=physische Arbeit, skilled oder semiskilled, 2=physische Arbeit, semi skilled oder farming/landwirtschaft, 3=leichte Arbeit, Verkauf, 4=leichte Arbeit,

Manager oder Professor. Das Aktivitätslevel erhielt eine Aufteilung in drei Bereiche: 1=hauptsächlich sitzend, 2=moderate Bewegung, 3=hauptsächlich aktiv. Der Raucherstatus wurde eingeteilt in 1=niemals geraucht, 2=ehemaliger Raucher, 3=Raucher (Rantanen et al., 2000, S. M169). Bei der Baseline Untersuchung wurden die Körpergröße und das Körpergewicht gemessen und daraus der Body Mass Index ermittelt. Die Handgriffkraft wurde mit einem Handgriff Dynamometer (Smedley Hand Dynamometer; Stoelting Co., Wood Dale, IL) bei der ersten und zweiten Messung (Exam) gemessen. Der beste von jeweils drei Versuchen wurde gewertet (Rantanen et al., 2000, S. M169). Bei der Baseline Untersuchung ergab die Messung der Handgriffkraft einen Durchschnittswert von 39,2 kg. Die Ober- und untere Grenze betrug 37 und 42 kg. Für die Handgriffkraft sind drei Gruppen erstellt worden: geringe Handgriffkraft, mittlere Handgriffkraft und hohe Handgriffkraft. Zudem wurde der durchschnittliche BMI errechnet und ergab ein Ergebnis von 23,7 kg/m² (Rantanen et al., 2000, S. M170). Wie bei der Handgriffkraft wurden ebenso drei Gruppen geformt: unter 20 (Untergewicht), 20 bis 24,99 kg/m² (Normalgewicht) und über 25 kg/m² (Übergewicht). So wurden neun Gruppen gebildet, mit drei BMI Kategorien und jeweils drei Unterkategorien der Handgriffkraftdrittel. Nach der zweiten Erhebung, 30 Jahre nach der Baseline Messung, sind 2900 Männer gestorben (47,9%), deren Mortalitätsdaten seit Beginn der Studie und über Jahre hinweg gesammelt wurden. Die unadjustierte Todesrate pro 1000 Personenjahre lag bei 24,6 mit einem BMI von <20 kg/m² und 18,5 bei mittlerem BMI und 18 beim BMI von >25 kg/m². Für die Handgriffkraftdrittel lag die Todesrate bei 1000 Personenjahren beim untersten Handgriffkraftdrittel bei 24,8, im mittleren bei 18,5 und im höchsten bei 14 (Rantanen et al., 2000).

6.16 Demographic, health, cognitive and sensory variables as predictors of mortality in very old adults.

Für diese Studie zogen Anstey et al. (2001) 1464 Teilnehmer/innen der Australian Longitudinal Study of Ageing (ALSA) im Alter von 70 Jahren und älter heran. Die Personen wurden in die Alterskategorien 70 bis 74, 75 bis 79, 80 bis 84, 85 Jahre und älter unterteilt. Die Baseline Untersuchung der Welle 1 bestand aus 55% der Gesamtkohortenanzahl, insgesamt erfolgten sechs Wellen, welche in zwölf Monatsintervallen gesammelt wurden (Anstey et al., 2001). Es erfolgte eine Klassifizierung der Teilnehmer/innen in Decliner und Nondecliner der kognitiven und

sensorischen Variablen. Für jede kognitive und sensorische Variable wurden die Teilnehmer/innen eingeteilt, ob sie entweder einen signifikanten Abstieg oder einen nicht signifikanten Abstieg hatten. Das niedrigste Viertel der Verteilung des Veränderungswertes einer jeden Variable wurde als Kategorie des signifikanten Abstiegs genommen und die, die in der Probe verblieben sind, wurden klassifiziert als ohne signifikante Veränderung (Anstey et al., 2001, S. 5). Diese basierten auf Interviews zum Zeitpunkt der Baseline Untersuchung, die zu Hause durchgeführt wurden und bei denen demographische Daten und Informationen über selbst genannte Gesundheit (self rated health), Depressionen, medikamentösen Zustand, Wahrnehmungsstatus (kognitiver Status), Erinnerung und subjektive Kriterien der Vorstellung, Audition und physical performance wie die Messung der Handgriffkraft mittels Dynamometer erfasst wurden (Anstey et al., 2001, S. 4). Dies war bedeutend, weil anhand der selbst genannten Gesundheit (self rated health), drei Messungen der Krankheitszustände und der medikamentöse Zustand, Aussagen über die Mortalität getroffen werden konnten (Anstey et al., 2001, S. 5). Für die Erfassung der Mortalität wurden nach der Welle 1 alle Daten der Teilnehmer/innen gesammelt und gegebenenfalls der Todeszeitpunkt und die Todesursache aufgenommen. Während der durchschnittlichen Länge des Follow Ups von 5,76 Jahren (2104,75 Tage) mit einer Reichweite von 2010 bis 2168 Tagen, gab es aufgeteilt nach Mortalitätsraten in den Altersgruppen 70 bis 74 Jahre 93 Todesfälle von insgesamt 562 Teilnehmer/innen (13,7%). In der Altersgruppe 75 bis 79 Jahre hingegen verstarben 147 Personen von 524 ursprünglichen Proband/innen (21,6%). 171 Todesfälle waren in der Alterskategorie 80 bis 84 Jahre zu verzeichnen (25,1%) und bei Personen im Alter von 85 Jahren und älter verstarben 269 Personen von 432 bei der Baseline Untersuchung (39,6%). Bei den Personen, die während des Follow Ups starben, betrug die Länge des Follow Ups 4,85 Jahre (1769,54 Tage) mit einer Reichweite von drei bis 2,175 Tagen (Anstey et al., 2001, S. 6).

6.17 The influence of patient strength, aerobic capacity and body composition upon outcomes after coronary artery bypass grafting.

Es wurde der Einfluss der Kraft der Patient/innen, deren aerobe Kapazität und ihre Körperzusammensetzung auf die Ergebnisse nach einer koronaren Bypass-Operation untersucht (Cook et al., 2001, S. 89). Von Oktober 1996 bis Dezember 1998 fand die

Studie mit 200 Personen, davon 27% Frauen und 73% Männern, statt. 26% der Kohorte waren über 70 Jahre alt (Cook et al., 2001, S. 89). Die Studienpopulation wurde in vier Fitness Score Level aufgeteilt, welche aus:

1. Handgriffkraft (Männer <32 kg, Frauen <20,5 kg)
2. Aerobe Kapazität (<fünf METs)
3. Prozentuales Körperfett (Männer <26%, Frauen <33,4%)
4. Lean Body Mass Index (Männer <20 kg/m², Frauen <16 kg/m²)

bestand (Cook et al., 2001, S. 90), wobei 1 oder 0 für das Erreichen des Wertes wichtig ist. 4 x 1 = Fitness Score von 4; 3 x 1 = 3 etc.) Das Patient/innen Profil sah also folgend aus:

Tab.4: Fitness Score Level von Cook et al. (2001)

	Fitness Score 1	Fitness Score 2	Fitness Score 3	Fitness Score 4	Alle Patient/innen
Anzahl (n)	21	53	75	51	200
Männer (%)	56	60	81	84	73
Alter >70 Jahre (%)	50	34	23	16	26

(mod. n. Cook et al., 2001, S. 90)

Zudem wurde die Handgriffkraft mittels eines Dynamometers mit drei Messungen pro Hand und Wertung des höchsten Resultats erhoben (Cook et al., 2001, S. 89).

6.18 Musculoskeletal fitness and risk of mortality.

Der Zweck der Studie von Katzmarzyk und Craig (2002) bestand darin, die Beziehung zwischen muskuloskeletaler Gesundheit und der all cause Mortalität in der kanadischen Bevölkerung zu quantifizieren. Dafür suchte man aus der Gesamtbevölkerung 8116 Teilnehmer/innen, 3933 Männer und 4183 Frauen im Alter zwischen 20 und 69 Jahren aus der Canada Fitness Survey (CFS) aus Kanada von 1981, aus. Es wurden bei den Baseline Untersuchungen Tests mit Sit Ups, Liegestütz, Handgriffkraft und ein Sit & Reach Test für die Flexibilität durchgeführt (Katzmarzyk & Craig, 2002, S. 740). Die Handgriffkraft wurde durch die Nutzung eines Dynamometers (Stoelting adjustable Dynamometer) aus der Kombination der linken und rechten Hand erfasst. Danach wurde die beste von drei Messungen beider Hände genommen und zu einem Wert zusammengefasst. Andere kovariate Messungen durch einen Fragebogen fanden ebenso

statt wie die Aufnahme des Alters und des Raucherstatus. Das Body Mass (BM) und die maximale Sauerstoffaufnahme (VO₂max) wurden durch den Canadian Aerobic Fitness Test (CAFT), einem submaximalen Step Test, vorausgesagt (Katzmarzyk & Craig, 2002, S. 741). Die Teilnehmer/innen wurden in muskuloskeletale Indikatoren in Viertel und geschlechtsspezifische Jahresgruppen, 20 bis 29, 30 bis 39, 40 bis 49, 50 bis 59 und 60 bis 69 Jahre, eingeteilt. Für die statistischen Auswertungen gab es zwei Adjustierungen: erstens nur mit dem Alter und zweitens mit allen Kovariaten, inklusive Alter, Raucherstatus, Body Mass (BM) und VO₂max (Katzmarzyk & Craig, 2002, S. 741). Die Mortalitätsdetermination lieferte die CFS Datenbasis, welche mit der Canadian Mortality Database (CMDDB) verbunden war. Alle Todesaufnahmen sind seit 1950 aufgenommen worden und alle Todesfälle zwischen Ende CFS Data Collection (1981) bis 31. Dezember 1993 sind in dieser Studie inkludiert. Das Follow Up dauerte 13 Jahre. Insgesamt gab es während des Follow Ups 238 Todesfälle, was 101.685 Personenjahren des Follow Ups entsprach. Die Hauptgrundtodesursachen waren Krebs (39%), gefolgt von kardiovaskulären Krankheiten (26%). Für eine statistische Aussage der Todesursache war die Todesmenge zu klein (Katzmarzyk & Craig, 2002, S. 742).

6.19 A comparative analysis of nutritional parameters as predictors of outcome in male and female ESRD patients.

206 Patient/innen, aufgeteilt auf 126 Männer und 80 Frauen mit ESRD (end stage renal disease) im Alter von 52 ± 1 Jahren, nahmen an der Studie von Stenvinkel, Katzmarzyk, Craig, Lindholm und Heimbürger (2002) teil. Aufgrund ihrer Nierenkrankheit standen diese Patient/innen kurz vor einer Dialyse Behandlung (Stenvinkel et al., 2002, S. 1267). Alle Teilnehmer/innen wurden in drei Gruppen eingeteilt. 119 wurden als gut ernährt als Gruppe SGA1, 64 als leicht unterernährt (SGA2) und 13 als unterernährt (SGA3) klassifiziert (Stenvinkel et al., 2002, S. 1268). Es wurden zudem unter anderem fünf Ernährungs-Marker (nutritional marker) evaluiert, wie S-Albumin, subjective global assessment (SGA), Handgriffkraft, LBM (lean body mass) und FM (body fat mass). Die Handgriffkraft, aufgenommen durch die Messung der Kraft der dominanten und nicht dominanten Hand, wobei der beste von drei Versuchen gewertet wurde, haben Stenvinkel et al. (2002, S. 1267) durch einen Harpenden Dynamometer evaluiert. 55 Teilnehmer/innen sind während der Observationsperiode gestorben, davon 37 Männer und 18 Frauen. Überleben wurde klassifiziert als eine Periode von 37 ± 2 Monaten

(Stenvinkel et al., 2002, S. 1267). Wie erwartet hatten weibliche ESRD Patient/innen signifikant geringeres Körpergewicht, eine geringere Handgriffkraft, geringere LBM und S-Kreatinin Level, aber ihre FM war höher (Stenvinkel et al., 2002, S. 1268).

6.20 Baseline cataract type and 10-year mortality in the Italian-American Case-Control Study of Age-related Cataract.

Ziel der Studie war das Mortalitätsrisiko verschiedener Linsentrübungstypen miteinander zu vergleichen sowie den Einfluss verschiedener Störvariablen und die relative Aufteilung von cause und spezifischer Mortalität bei Personen mit und ohne Trübung zu analysieren (Williams, Ferrigno, Mora, Rosmini & Maraini, 2002). Die Teilnehmer/innen waren Italo-Ameriker/innen der Case-Control Study of Carat, einer Studie in Parma, Italien, die von 1987 bis 1989 lief. Es nahmen 1008 Patienten/innen und 469 Kontrollpersonen im Alter von 45 bis 79 Jahren teil. Alle Teilnehmer/innen waren weißer Hautfarbe. Bei der Baseline wurden Linsenfotos gemacht und verschiedene Kriterien, wie sich Pupillen dehnen können, aufgezeichnet. Die Grade des Linsenstatus waren folgende: 1429 Teilnehmer/innen haben die Follow Up Testung der Augen mitgemacht, von denen 438 Personen keine Linsentrübung, 517 pure cortical, 99 pure nuclear, 16 pure posterior subcapsular und 359 Personen mit gemischten Typen von cataract oder pseudophanic eye at baseline hatten (Williams et al., 2002, S. 127). Andere Studienvariablen wurden bei der Baseline ebenso aufgenommen wie der Body Mass Index (BMI), die Handgriffkraft, der Blutdruck, der Blutantioxidanten Index mit direkten Messungen, das Alter, Geschlecht, Gewohnheiten, Ernährung, medizinische und Umweltvariablen, Rauchen, Alkoholgenuss, medizinische Einnahmen, Geschichte und Dauer von Diabetes mellitus (in Jahren), Arthritis, kardiovaskuläre Krankheiten und Bluthochdruck (Williams et al., 2002, S. 127). Alle Teilnehmer/innen wurden aufgrund ihrer Handgriffkraft in drei Gruppen bzw. Drittel aufgeteilt. Das Follow Up verlief über einen Zeitraum von 10,4 Jahren, mit einer Reichweite von 8,9 bis 11,8 Jahren, in denen 339 von 1460 Personen der Baseline Population gestorben sind. Zu den häufigsten Todesursachen zählten bösartige Tumore (n=128, 38%), Herzkrankheiten (n=128, 38%) und andere (n=83, 24%). Personen mit Katarakt waren bei der Baseline Untersuchung durchschnittlich 65 Jahre alt. Zudem gab es mehr Frauen mit einem Katarakt (62%) als ohne (55,9%), im Gegensatz zur Männerkohorte (Williams et al., 2002).

6.21 Handgrip strength and mortality in older Mexican Americans.

Es wurden die Daten der „Hispanic Established Population for the Epidemiological Study of Elderly (EPESE)“, einer Longitudinalstudie von mexikanischen Amerikaner/innen im Alter von 65 Jahren und älter aus New Mexico, Texas, Colorado, Arizona und Kalifornien genommen (Al Snih, Markides, Ray, Ostir & Goodwin, 2002, S. 1251). 1993 und 1994 starteten die Baseline Untersuchungen bei 2488 Personen. Das Durchschnittsalter lag bei 72,8 Jahren und 57,6% der Studie waren weiblich (Al Snih et al., 2002, S. 1253). Es wurden mehrere soziodemografische Variablen, wie das Geschlecht, Alter, eingeteilt in die Alterskategorien 65 bis 74, 75 bis 84, ≥ 85 Jahre, die Jahre der Ausbildung, die Sprache des Interviews, also Spanisch oder Englisch und der Raucherstatus, eingeteilt in ehemaliger, derzeitiger, niemals Raucher, erfasst (Al Snih et al., 2002, S. 1252). Medizinische Gegebenheiten und die Krankengeschichte von Arthritis, Diabetes mellitus, Herzanfall, Hypertonie, Schlaganfall, Krebs, Hüftfraktur, der Body Mass Index (BMI), Körpergröße und –gewicht wurden auch aufgenommen (Al Snih et al., 2002, S. 1251). Die Kohorte lieferte für Krankheiten folgendes Ergebnis, Arthritis (39,8%) Diabetes mellitus (26,8%) und Hypertonie (43%) waren die meisten medizinischen Gegebenheiten (Al Snih et al., 2002, S. 1253). Durch die sieben Items der modifizierten Version von Katz ADL-Skala und die 10 Items der IADL Skala wurden alle Patient/innen geprüft, ob eine funktionelle Behinderung bestand. Die leistungsbezogene Messung der Mobilität fand durch einen acht Fuß langen Marsch statt, bei dem die Zeit gemessen wurde. Die Handgriffkraft erfasste man durch einen Handgriffdynamometer (Jamar Hydraulic Dynamometer, model #5030J1) mit der Messung in Kilogramm in sitzender Position mit der dominanten Hand, wobei die beste von zwei Messungen genommen wurde. Daraufhin wurden die Werte der Handgriffkraft in geschlechterspezifische Viertel zerteilt:

Tab.6: Handgriffkraftviertel der Männer von Al Snih et al. (2002)

Männer (Viertel)	Handgriffkraft in Kilogramm (kg)
1.	weniger als 20 kg
2.	22,01 – 30 kg
3.	30,01 – 35 kg
4.	mehr als 35,01 kg

(mod. n. Al Snih et al., 2002, S. 1253)

Tab.7: Handgriffkraftviertel der Frauen von Al Snih et al. (2002)

Frauen (Viertel)	Handgriffkraft in Kilogramm (kg)
1.	weniger als 14 kg
2.	14,01 – 18,2 kg
3.	18,21 – 22,5 kg
4.	mehr als 22,51 kg

(mod. n. Al Snih et al., 2002, S. 1253)

Generell war die Handgriffkraft bei Frauen niedriger ($18,2 \pm 6,5$ kg) als bei Männern ($28,4 \pm 9,5$ kg) (Al Snih et al., 2002, S. 1252). Fünf Jahre später, in den Jahren 1998/99 endete das Follow Up. Es sind in dieser Zeit 507 Personen gestorben. Die Todesfälle verteilten sich auf 261 Männer (24,7%) und 246 Frauen (17,2%), wobei 193 Personen (6,3%) beim Follow Up nicht teilnahmen. Von diesen 261 Männern und 246 Frauen befanden sich 38,7% und 41,5% im niedrigsten Handgriffkraftviertel (Al Snih et al., 2002, S. 1253). Die fünf Jahres Mortalität wurde durch die Cox proportional Hazard survival analysis, getrennt zwischen Männern und Frauen, durchgeführt. Es wurden Handgriffkraftviertel für die Hazard Ratio des Todes gebildet und nach und nach fügte man in die Analyse soziodemografische Variablen, wie funktionelle Behinderungen, Gehgeschwindigkeit, medizinische Gegebenheiten, BMI und Raucherstatus bei der Baseline, hinzu. Somit entstanden folgende drei Modelle:

1. Modell: Handgriffkraftviertel mit Alter
2. Modell: Handgriffkraftviertel mit Alter, funktioneller Behinderung und Gehgeschwindigkeit
3. Modell: Handgriffkraftviertel mit Alter, funktioneller Behinderung und Gehgeschwindigkeit, medizinischen Gegebenheiten, BMI, Raucherstatus bei Baseline.

Die Handgriffkraft galt als stufenlose Variable für das Risiko der Mortalität (Al Snih et al., 2002, S. 1252).

6.22 Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men.

Metter, Talbot, Schrager und Conwit (2002) benutzten die Daten der BLSA – Baltimore Longitudinal Study of Aging-, welche 1958 mit 1071 Männern begann. Erst 1978 wurden Frauen zu der Studie hinzugefügt. Diese wurden aufgrund von zu wenigen Messungen der Handgriffkraft und zu wenigen Todesfällen in diese Studie nicht aufgenommen (Metter et al., 2002, S. B359). Die Männer wurden in drei Gruppen geteilt und analysiert. Erstens alle Männer gemeinsam, zweitens alle Männer unter 60 Jahren und drittens alle Männer älter oder gleich 60 Jahren.

Tab.8: Vergleich der Handgriffkraftwerte von Verstorbenen und Überlebenden von Metter et al. (2002)

	alle Männer gemeinsam		alle Männer unter 60 Jahren		alle Männer älter oder gleich 60 Jahren	
	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot
Anzahl (n)	538	533	518	228	20	305
Alter (Jahre)	38,4 ± 11,2	62,0 ± 12,8	37,2 ± 9,3	49,7 ± 7,4	70,8 ± 7,4	71,1 ± 7,0

(mod. n. Metter et al., 2002, S. B361)

Bei den Baseline Messungen nahmen Metter et al. (2002) die physical activity und leisure time physical activity (LTPA) durch einen Selbstreport eines Routine Tages, gemessen in MET, auf. 97 Aktivitäten, eingeteilt in low-intensity LTPA (weniger als vier MET), moderate-intensity LTPA (4 – 5,9 MET) und high-intensity LTPA (mehr als sechs MET), waren die Kategorien. Die Messung der Muskelmasse erfolgte durch einen 24 Stunden Kreatininexkretwert durch eine standardisierte klinische Messung. Auch die Körpergröße und das Körpergewicht wurden gemessen und daraus der Body Mass Index (BMI) gebildet. Die isometrische Handgriffkraft ermittelte man zwischen den Jahren 1960 bis 1985 mit einem Dynamometer (Smedley hand dynamometer), wobei der beste von drei Versuchen gewertet wurde. Das Follow Up verlief über einen Zeitraum von 24,375 Jahren, in dem 553 Todesfälle zu verzeichnen waren. Das Durchschnittstodesalter lag bei 79,5 ± 11,5 Jahren (Metter et al., 2002, S. B361), das Durchschnittsalter der Überlebenden im September 1999 hingegen bei 66,3 ± 13,8 Jahren. Alle Todesursachen wurden verzeichnet, aufgenommen und ausgewertet. CVD, koronare Herzkrankheit und

Krebs machten 60% der Todesfälle aus. Danach folgten Schlaganfälle, Unfälle, andere, unbekannte und vaskuläre Krankheiten (Metter et al., 2002).

6.23 Successful aging in the Australian Longitudinal Study of Aging: applying the MacArthur Model crossnationally.

Andrews, Clark und Luszc (2002) benutzten die Kriterien, entwickelt von den MacArthur Studien des erfolgreichen Alterns, um Subgruppen mit hohen, intermediaten oder niedrigen Levels der Funktion (levels of function) zu identifizieren und diese mit anderen Gebieten zu vergleichen. Die Daten sind aus der „Australian Longitudinal Study of Aging (ALSA)“ (Andrews et al., 2002, S. 749). Das Ziel von ALSA war mehr Informationen über den Zusammenhang zwischen psychischen, biomedizinischen, lifestyle und umweltbedingten Faktoren und der Gesundheit bzw. Wohlbefinden im späten Lebensalter zu erhalten. Personen mit 70 Jahren und älter und Ehegatten (65 Jahre und älter) oder Mitbewohner/innen (70 Jahre und älter) wurden in fünf Jahresstufen eingeteilt. Geschlechtsspezifische Kohorten der Altersstufen 70 bis 74, 75 bis 79, 80 bis 84 und 85+ Jahre alt wurden ebenfalls gebildet. Es wurden Interviews abgehalten und 1947 Personen interviewt, von denen bei einem Todesfall alle Todesdaten aufgenommen und gesammelt wurden. Insgesamt befasste sich diese Studie mit den Daten von 1403 in Wohngemeinschaft lebenden Personen. Die Interviews fanden Face to Face statt und beinhalteten Informationen über Demographie, Gesundheit, Depressionen, Krankheitszustände, Krankenhausaufenthalte, Kognition, Gesamtmobilität und körperliche Leistungsfähigkeit, ADL und iADL, lifestyle Aktivitäten, Bewegung/Training, Ausbildung und Einkommen (Andrews et al., 2002, S. 753). Ein Fragebogen über psychologische Messungen des Selbstvertrauens, der Moral und der wahrgenommenen Kontrolle wurde verteilt. Funktionelle Messungen, wie die Blutdruckmessung, Anthropometrie, visueller Scharfsinn, Audiometrie, Spirometrie und die Messung der Handgriffkraft wurden ebenso durchgeführt (Andrews et al., 2002, S. 752). Daraus fand eine funktionelle Klassifizierung mit drei Kategorien statt. In der Gruppe higher functioning gab es 503 (36%) Teilnehmer/innen, 533 (37%) Personen wurden in die Gruppe lower functioning eingestuft und die Kategorie intermediate functioning bestand aus 378 Personen (27%) (Andrews et al., 2002, S. 754).

Tab.9: Funktionelle Klassifizierung der Altersstufen von Andrews et al. (2002)

	Funktionelle Klassifizierung (n)		
Altersstufen (Jahre)	high	intermediate	low
70 - 74	232	104	127
75 - 79	153	121	135
80 - 84	85	85	131
85+	33	68	129

(mod. n. Andrews et al., 2002, S. 755)

Die Altersgruppen unterschieden sich signifikant voneinander ($p < 0,001$) (Andrews et al., 2002, S. 755). Nach acht Jahren Follow Up sind 527 Personen (37,6%) gestorben. 116 (23%) Todesfälle in der high, 144 (38%) in der intermediaten und 267 (51%) in der low function group (Andrews et al., 2002, S. 760).

6.24 Muscle strength, disability and mortality.

Das Ziel der Studie war es die Rolle der Muskelkraft im Behinderungsprozess sowie die Muskelkraft als Voraussageinstrument der Lebenslänge durch die Nutzung anderer prospektiver Studien zu analysieren (Rantanen, 2003, S. 3).

6.25 Handgrip strength and cause-specific and total mortality in older disabled women: exploring the mechanism.

Rantanen et al., (2003) wollten die Verbindung zwischen der Muskelkraft und totaler sowie cause specific Mortalität und plausiblen beitragenden Faktoren, wie Krankheiten, Entzündungen, physischer Inaktivität, Rauchen und Depressionen, suchen. Es wurden für diese Studie 919 ältere Frauen teilweise mit Behinderungen ausgesucht, die aus Baltimore, Maryland, USA stammten. Die Daten entstammen der Women's Health and Aging Study über den Ablauf und Grund von Behinderungen. Das Alter der Teilnehmerinnen betrug zwischen 65 und 101 Jahren (Rantanen et al., 2003, S. 636) mit einem durchschnittlichen Alter von 78,3 Jahren. Bei der Baseline Untersuchung sind 17 chronische Krankheiten aufgenommen worden. Eine Krankenschwester hatte ein EKG und eine Spirometrie ankle-brachial Index Messung durchgeführt und Krankheiten inklusive CHF (kongestive Herzinsuffizienz), Schlaganfall, COPD, Diabetes mellitus,

Krebs und Handarthritis aufgenommen. Den Depressionsstatus ermittelte sie durch den Geriatric Depression Scale Score (GDS-Score), der die Gefühlslage maß, wobei ein hoher Wert für mehr depressive Symptome stand. Auch wurde die totale und cause spezific Mortalität, Interleukin-6 und die Handgriffkraft aufgenommen. Die Handgriffkraftmessung erfolgte durch einen Dynamometer (Jamar hand dynamometer - Model BK-7498, Fred Sammons Inc., Brookfield, IL). Bei der Untersuchung wurde die Handgriffkraft dreimal pro Hand gemessen und der beste Wert genommen, wobei der Ellbogen mit einem 90° Winkel geflext war. Anhand der Handgriffkraftresultate erfolgte eine Einteilung der Probandinnen in drei Gruppen. Bei 720 von 919 Teilnehmerinnen wurden Blutproben entnommen und die Frauen daraufhin in Responder und Nonresponder eingeteilt. Nonresponder, bei denen keine Blutabnahme durchgeführt wurde, waren gegenüber den Respondern über 80 Jahre alt (80,7 Jahre vs. 77,4 Jahre; $p < 0,001$), hatten eine geringere Handgriffkraft (19,5 kg vs. 20,9 kg; $p < 0,001$) und ein geringeres Körpergewicht (65,3 kg vs. 69,6 kg; $p < 0,001$). Keinen Unterschied gab es zwischen beiden Parteien bei der Präsenz von chronischen Krankheiten, Rasse und Bildungslevel. Das Follow Up dauerte fünf Jahre und durch Interviews wurde der Vitalstatus beim Follow Up festgestellt. Insgesamt waren 336 Todesfälle mit 318 Todeszertifikaten zu verzeichnen. Durch die genaue Aufzeichnung der Todesursache wurde ermittelt, dass 149 Frauen aufgrund von CVD, 38 Frauen durch respiratorische Erkrankungen, 59 durch Krebs und 90 wegen anderen Erkrankungen gestorben sind (Rantanen et al., 2003).

6.26 Predictors of mortality in 2,249 nonagenarians

– The Danish 1905-Cohort Survey.

Nybo et al. (2003) wählten für die erste Auswahl an Proband/innen 3600 Personen aus Dänemark beider Geschlechter aus, die 1905 geboren worden sind. Aus dieser Menge nahmen 2262 Personen (62,8%) teil, davon 1814 (80,2%) als direkte Testpersonen und 448 (19,8%) via proxy responder (Nybo et al., 2003, S. 1366). Bei der Baseline Untersuchung nahm man soziodemographische Daten, wie den Ehestatus, die Jahre des Schulbesuches, sowie Lebensstilfaktoren, wie den Raucherstatus und Alkoholkonsum, auf. Behinderungen wurden durch einen Fragebogen mit einer drei Item Skala mit ADL's erhoben und klassifiziert in nicht behindert, moderat behindert und verschieden behindert. Für die physical performance wurden die Teilnehmer/innen aufgefordert einen chair rise Test zu absolvieren und die Handgriffkraft messen zu lassen. Diese erfolgte durch einen Handgriffdynamometer (Smedlys Dynamometer, Scandidact, Kvistgaard, Dänemark) mit

drei Messungen der stärkeren Hand. Die Proband/innen teilte man, aufgegliedert nach dem Geschlecht, in Viertel für die Handgriffkraftwerte ein, wobei das erste Viertel das mit den besten Ergebnissen widerspiegelte.

Tab.10: Handgriffkraftviertel der Männer von Nybo et al. (2003)

Handgriffkraftviertel Männer	Anzahl bei Baseline (n)	Anzahl der Todesfälle (n)	Anzahl der Todesfälle (%)
Erstes Viertel	110	19	17,3
Zweites Viertel	119	22	18,5
Drittes Viertel	115	31	27
Viertes (bestes) Viertel	120	50	41,7
Nicht bis zum Ende vollständig ausgeführt	29	16	55,2

(mod. n. Nybo et al., 2003, S. 1369)

Tab.11: Handgriffkraftviertel der Frauen von Nybo et al. (2003)

Handgriffkraftviertel Frauen	Anzahl bei Baseline (n)	Anzahl der Todesfälle (n)	Anzahl der Todesfälle (%)
Erstes Viertel	299	26	8,7
Zweites Viertel	298	36	12,1
Drittes Viertel	263	47	17,9
Viertes (bestes) Viertel	325	91	28,0
Nicht bis zum Ende vollständig ausgeführt	131	43	32,8

(mod. n. Nybo et al., 2003, S. 1369)

Die Gesamtmortalität war bei Frauen signifikant geringer als bei Männern (23,3% vs. 32,8%; $p > 0,00001$). Den Gesundheitsstatus erfasste man mit einer Liste von 31 Krankheiten und Einschränkungen. Die Hauptgruppen waren CVD, respiratorische Krankheiten, Krebs und Diabetes mellitus und die Ergebnisse wurden separat studiert. Es fand eine Einteilung aller Personen in drei Gruppen anhand der Anzahl des Vorkommens

der gegebenen Krankheiten statt. Die drei Gruppen wurden definiert als Gruppe mit keinen Krankheiten, mit ein bis zwei Krankheiten oder mit mehr als drei Krankheiten. Zudem gab es die Erhebung des Körpergewichts, der Körpergröße und daraus die Berechnung des Body Mass Index (BMI) und eine Einteilung in die BMI-Gruppen $<22 \text{ kg/m}^2$, $22 \text{ bis } 27 \text{ kg/m}^2$ und $\geq 28 \text{ kg/m}^2$. Die kognitive Funktion erhob man durch den Mini Mental State (MMSE) Test. Das Follow Up endete 1998 und die Daten von 2249 Personen sind bei der bei Follow Up Messung inkludiert (Nybo et al., 2003, S. 1367). In den 15 Monaten der Follow Up Periode starben 579 Personen (25,7%) und 1683 Personen haben das Follow Up überlebt (Nybo et al., 2003, S. 1371).

6.27 Is grip strength a useful single marker of frailty?

Syddall, Cooper, Martin, Briggs und Sayer (2003) stellten die Frage: Ist die Handgriffkraft ein geeigneter Singlemarker für Gebrechlichkeit? In dieser Studie wurde die Handgriffkraft mit dem chronologischen Alter und Markern der Gebrechlichkeit analysiert. Dafür nahmen 717 Personen, davon 411 Männer (57%) und 306 Frauen (43%) im Alter von 64 bis 74 Jahren in den Jahren 1994 bis 1995, teil. Vier trainierte Krankenschwestern machten Hausbesuche und klärten detailliert die medizinische und soziale Geschichte. Sie maßen den Blutdruck und nahmen anthropometrische Messungen, wie der Körperhöhe und des Körpergewichts, vor. Die Hautdicke, Zählung der Zähne ohne Gebiss, einen Hörtest, Erstellung eines Augengutachtens und die Messung des Augendrucks, ein kognitiver Funktionstest (AH4 IQ), ein Bluttest mit Hämoglobin, Kreatinin, Albumin, Alkalin, Phosphatlevel und die Messung der Handgriffkraft mit einem Harpenden Handgriff Dynamometer zählten ebenfalls zu ihren Aufgaben. Die Studie verlief über vier Jahre und zehn Monate bis 1999 und alle Informationen und Todesfälle wurden gesammelt. 31 Männer und 15 Frauen sind während des Follow Up gestorben (Syddall et al., 2003, S. 651).

6.28 Mortality and readmission of the elderly one year after hospitalization for pneumonia.

153 Patient/innen mit 65 Jahren und älter, im mittleren Alter von $80,2 \pm 8,1$ Jahren mit einer Reichweite von 66 bis 98 Jahren, mit einer Lungenentzündung, die einen akuten Krankenhausaufenthalt überlebt haben, wurden zwischen Februar 2000 und März 2001

von Bohannon, Maljanian und Ferullo (2004) untersucht. Die Kohorte bestand aus 77 Frauen (50,3%) und 76 Männern (49,7%). Bei den Patient/innen wurden weitere Daten aufgenommen, wie die Messung der Handgriffkraft und die Aufnahme der Krankengeschichte. Die Handgriffkraft lag bei $32,1 \pm 23,2$ lbs mit einer Reichweite von 0 bis 110 lbs. Die Messung wurde bilateral, mit zwei Messungen mit einem Jamar Dynamometer erhoben. Die höchste Messung wurde gewertet. Bei 83% der Personen wurde zumindest eine Komorbidität festgestellt. 69 Patient/innen (45,4%) hatten COPD, bei 39 (25,5%) wurde Diabetes mellitus festgestellt. 37 (24,2%) hatten eine kognitive Herzinsuffizienz und 29 (19%) zerebrovaskuläre Erkrankungen, bei 28 (18,3%) Teilnehmer/innen wurde Krebs und bei 18 (11,8%) Nierenerkrankungen erkannt. Für die Bestimmung der Mortalität wurden nach einem Jahr Follow Up die Todesursache und der Todeszeitpunkt aufgenommen (Bohannon et al., 2004, S. 23).

6.29 Short-term outcomes and their predictors for patients hospitalized with community-acquired pneumonia.

Diese Studie von Vecchiarino, Bohannon, Ferullo und Maljanian (2004) untersuchte Patient/innen, die im Krankenhaus für vier Kurzzeit Outcomes mit einer Lungenentzündung stationiert waren. Zudem sollte der relative Wert von vier Variablen gemessen werden, um das Outcome vorherzusagen (Vecchiarino et al., 2004, S. 301). Für diese Längsschnittstudie wurden Teilnehmer/innen im Alter von $72,5 \pm 16,5$ Jahren mit einer Reichweite von 18 bis 98 Jahren untersucht. 75,6% waren über 65 Jahre alt und die Kohorte bestand zu 53,4% aus Frauen und zu 46,6% aus Männern. Mittels eines Jamar Handgriffdynamometers und Standardprotokolls wurde die Handgriffkraft erfasst und der maximal erreichte Wert genommen (Vecchiarino et al., 2004, S. 302). Während des Krankenhausaufenthaltes oder 30 Tage später sind 29 Personen gestorben. Acht (3,7%) davon im Krankenhaus und weitere 21 (13,6%) während des Follow Ups (Vecchiarino et al., 2004, S. 302).

6.30 Evaluation of handgrip strength as a nutritional marker and prognostic indicator in peritoneal dialysis patients¹⁻³.

Die Verbindung zwischen der Handgriffkraft und anderen klinischen Faktoren und die Überprüfung der Beziehung zur Mortalität und kardiovaskulärem Tod bei Peritoneal Dialyse Patient/innen (PD=Bauchfelldialyse) war Ziel dieser Studie (Wang et al., 2005). Dafür wurden 233 Patient/innen, aufgeteilt auf 120 Männer und 113 Frauen mit ambulatorischer PD, untersucht. Exkludiert wurden alle Studienteilnehmer/innen mit entzündlichen Krankheiten, rheumatischer Arthritis, Tuberkulose-Infektionen und Entzündungen der Atemwege oder Personen mit Nierentransplantationen. Zum Zeitpunkt der Messung hatte keiner der Patient/innen eine Handgelenks- oder Handarthritis. Alle Patient/innen wurden mit glukose-basierter laktatgepufferter PD Lösung dialysiert. Die Proband/innen teilten Wang et al. (2005) nach den Ergebnissen des Nutritional Status, erhoben durch SGA, und des Body Mass Index (BMI) in drei Stufen ein. Stufe eins galt als normale Ernährung, die zweite als leichte Unterernährung/Mangelernährung und Personen der Stufe drei wurden als moderate und ernste/hohe Unterernährung/Mangelernährung eingereiht. Zudem wurde das Serum Albumin, 24h Urin, eine Dialyse Probe am Morgen für die Kreatinin Konzentration sowie eine Messung der Handgriffkraft vorgenommen und analysiert. Die Handgriffkraftmessung erfolgte durch einen Smedley Handdynamometer (Sportstek, Viktoria, Australia) und das maximale Ergebnis wurde in Kilogramm dargestellt. Aufgrund der Werte der Handgriffkraft wurden Männer und Frauen in jeweils drei Gruppen eingeteilt (Wang et al., 2005, S. 80).

Tab. 12: Handgriffkraftdrittel der Gesamtkohorte von Wang et al. (2005)

	Handgriffkraft		
Geschlecht	Niedriges Drittel (in kg)	Mittleres Drittel (in kg)	Oberes Drittel (in kg)
Männer	≤20	>20 ≤ 29	>29
Frauen	≤10	>10 ≤ 18	>18

(mod. n. Wang et al., 2005, S. 83)

Das Follow Up verlief über 30 ± 14 Monate. Kein/e Patient/in beendete die Studie während der Follow Up Periode, außer durch einen Todesfall. Die Todesfälle wurden aufgezeichnet und alle Todesursachen wurden aufgenommen. Nach dem Follow Up sind 78 (33,5%) Patient/innen, davon 40 Männer und 38 Frauen, gestorben. Dem Hauptgrund, dem kardiovaskulären Tod, erlagen 51 Patient/innen (65,4%), gefolgt von Peritonitis mit

elf Patient/innen (14,1%). Zu der kardiovaskulären Mortalität zählte ein myokardial-ischemischer Anfall, Herzfehler, zerebrovaskuläre Unfälle, Arrhythmien und periphere vaskuläre Unfälle (Wang et al., 2005, S. 83).

6.31 Definition and predictors of successful aging: a comprehensive Review of larger quantitative studies.

Da das Thema erfolgreiches Altern bisher nicht genau bzw. einheitlich definiert wurde, war es das Ziel von Depp und Jeste (2006) einen literarischen Review über dieses Thema zu erarbeiten. In dieser Studie wurden etliche Artikel aus Pubmed untersucht, die die folgende Kriterien beinhalten mussten: qualifizierte Daten von erwachsenen Personen im Alter von 60 Jahren und älter, die eine operationalisierte Definition des erfolgreichen Alterns als kontinuierliche oder kategorische abhängige Variable hatten. Hierfür wurden Quer- und Längsschnitt Prädiktoren des erfolgreichen Alterns und die Vorhersagevariablen, die signifikant mit der Mortalität in Verbindung standen, herangezogen (Depp & Jeste., 2006, S. 7).

6.32 Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the Health, Aging and Body Composition Study Cohort.

Obwohl Muskelkraft und Masse korrelieren, wurde die Beziehung zwischen der direkten Messung von wenig Muskelmasse und Kraft in Verbindung mit der Mortalität nie untersucht (Newman et al., 2006). Die Health, Aging and Body Composition Study Cohort (Health ABC Study Kohorte) stellte die Ausgangskohorte der Studie mit 2292 Teilnehmer/innen im Alter von 70 bis 79 Jahren dar (Newman et al., 2006, S. 73). Laut der Baseline Erhebung lag das Durchschnittsalter der Männer bei 73,7 Jahren und der Frauen bei 73,4 Jahren (Newman et al., 2006, S. 74). Für Daten der Körpergestaltung fand eine Messung der Magermasse der oberen und unteren Extremitäten sowie des gesamten Körpers mit DXA (Hologic QDR 4500, Softwareversion 8,21; Waltham, MA) statt. Es wurde die Differenz zwischen dem Knochenmineralinhalt und der totalen und regionalen Magermasse berechnet, um die Gesamtmagermasse ohne Knochen zu erhalten, welche als die Muskelmasse in den Extremitäten definiert war. Ebenso absolvierten die

Teilnehmer/innen eine Messung der Fettmasse für den ganzen Körper. Der prozentuelle Fettanteil und das Gesamtfett wurden auch durch diese Methode analysiert und untersucht. Das Körpergewicht und die Körpergröße wurden gemessen. Der Körpermassenindex (BMI), in Kilogramm pro Meter quadriert, wurde auch als ein Maß der Körpergestaltung untersucht. Die unteren Extremitäten wurden mit Benutzung von cross-sectional Muskel- und Fettarealen der mittleren Oberschenkel mittels Computer-Topographen-Scan (CT-Scan) gemessen. Alter, Rasse, Höhe physischer Tätigkeit, Gesamtzahl chronischer Bedingungen, Raucherstatus und der Wohnort wurden als mögliche Störfaktoren zwischen der Verbindung der Mortalität und Kraft aufgenommen. Die Messung der physical activity erhob man durch einen Selbstbericht als Gesamtzahl der Kilokalorien pro Woche durch Laufen und Training bzw. Übungen. Der Rauchstatus entstand durch einen Fragebogen, wobei eine Klassifizierung der Teilnehmer/innen in derzeitige/r Raucher/in, ehemalige/r Raucher/in und niemals geraucht stattfand. Depressionen wurden als Marker für die Motivation genommen. Ein Selbstreport bei der Behandlung und Medikation für Komorbiditäten entstand durch die Aufnahme von elf chronischen Krankheiten, wie Krebs, Herzinfarkt, blockierendes Herzversagen, Depressionen, Diabetes mellitus, Bluthochdruck, Knie-Osteoarthritis, Osteoporose, periphere Arterienkrankheit, Lungenerkrankung und Magen- bzw. Zwölffingerdarmgeschwür. Des Weiteren wurden Entzündungsmarker durch nüchterne Blutzuckerexemplare und die duplizierte Messung von Interleukin-6 und der Tumor Nekrosefaktor ALPHA (TNF A) gemessen. Die Kraftmessung der Handgriffkraft wurde mittels eines isometrischen Dynamometers (Jaymar, Bolingbrook, IL) erfasst. Die isometrische Griffkraft wurde für jede Hand durch ein Erreichen des Kraftmaximums von zwei Versuchen der oberen rechten Extremitäten gemessen. Ein Ausschluss von Teilnehmer/innen mit unkontrolliertem Bluthochdruck, Schlaganfall, sowie mit schwerem Handschmerz oder neuen Operation wurde vorgenommen (Newman et al., 2006, S. 73). Es gab 286 Todesfälle, 180 Männer und 106 Frauen, über einen Follow Up Zeitraum von durchschnittlich 4,9 Jahren (SD=0,9). Die Sterblichkeitsraten lagen für Männer bei 33,1 und für Frauen bei 18,1 pro 1000 Personenjahre. Für die Aussage eines Risikos für cause spezific Mortalität gab es zu wenig individuelle Todesfälle. Alle sechs Monate erfolgte die Aufzeichnung der Mortalität über die Überwachung, durch Personenuntersuchungen oder Telefoninterviews, sowie Krankenhäuseraufzeichnungen, Informanteninterviews und Sterbeurkunden um die Ursachen des Todes zu erhalten (Newman et al., 2006, S. 74).

6.33 Physical performance measures as predictors of mortality in a cohort of community-dwelling older french women.

Das Thema dieser Studie von Rollan et al. (2006) handeltet über die Messung der physischen Leistungsfähigkeit als Voraussageinstrument für die Mortalität einer Kohorte in Gemeinschaft lebender älterer französischen Frauen aus fünf französischen Städten (Amiens, Lyon, Montpellier, Paris, Toulouse). Dafür haben 7250 Frauen im Alter von 75 Jahren und älter an der EPIDOS Studie (prospektive epidemiologische Studie) teilgenommen. Das durchschnittliche Alter betrug $80,5 \pm 3,76$ Jahre. Die Frauenkohorte mit Behinderung war 5093 Personen im Alter von $80,9 \pm 3,89$ Jahre groß und die der nicht-behinderten Frauen betrug 2157 Personen im Alter von $79,56 \pm 3,26$ Jahren (Rollan et al., 2006, S. 114). Die meisten hatten keine IADL-Behinderung (68,2%), so Rollan et al. (2006, S. 115). Bei der Baseline Untersuchung wurden Fragebögen über physische Aktivitäten, wie Schwimmen, Walken oder Radfahren ausgeteilt. Anthropometrische Messungen des Körpergewichts, der Körpergröße und die daraus resultierende Body Mass Index Messung, wobei Übergewicht bei einem BMI von $>30 \text{ kg/m}^2$ klassifiziert wurde, sowie Messungen des Hüftumfangs und der Osteoporosen wurden vorgenommen (Rollan et al., 2006, S. 115). Potenzielle Störvariablen, die zum Tode führen könnten, wurden bei der Baseline berücksichtigt. Deshalb nutzte man einen Fragebogen zur Findung möglicher komorbiditärer Krankheiten wie Hypertonie, Diabetes mellitus, Dislipidemie, CHD, COPD, periphere vaskuläre Krankheit, Krebs, Schlaganfall, Parkinson, Depressionen, Schmerzen und andere Frakturen als die der Hüfte. Verschiedene Ausschlussgründe gab es bei den Hüftfrakturen bei gesunden alten und älteren Personen, wenn sie nicht unabhängig gehen konnten, in einer Anstalt lebten, eine Hüftfraktion oder eine künstliche Hüfte hatten oder Interviewfragen nicht verstehen oder beantworten konnten (Rollan et al., 2006, S. 114). Weitere Ausschlusskriterien wurden aufgrund möglicher Richtungslenkung der Ergebnisse hinzugezogen. Deshalb wurden Teilnehmerinnen, die im Jahr vor der Baseline Untersuchung im Krankenhaus wegen eines Schlaganfalls, motorischen Beeinträchtigungen, Hypertonie, Diabetes mellitus, CHD, Krebs und/oder Parkinson lagen, ausgeschlossen (Rollan et al., 2006, S. 114). Weitere Messungen wurden vorgenommen, damit Aussagen über die physical performance gegeben werden konnten. Die Ergebnisse der short physical performance battery (SPPB), einem Test mit den drei Einheiten Gehgeschwindigkeit, repeated chair Test und einem Balance Test (Rollan et al., 2006, S. 114), wurden in vier Gruppen geteilt und es war ein Gesamtergebnis von null Punkten (schlecht) bis zwölf Punkten (sehr gut)

zu erreichen. Die genauen Kategorien waren ein SPPB Score von zehn bis zwölf Punkten für eine gute Performerin, sieben bis neun Punkte für eine „fair“ Performerin und null bis sechs für eine „poor“ Performerin. Die Handgriffkraft erfolgte durch die Messung der dominanten Hand mit einem hydraulischen Handdynamometer (Martin Vigorimeter, Medizin Technik, Tuttlingen, Deutschland) und die beste von drei Messungen wurde gewertet. Die Kohorte wurde anhand der Handgriffkraft in die drei Gruppen hohe, mittlere und geringe Handgriffkraft eingeteilt (Rollan et al., 2006, S. 115). Von der Baseline bis zum Follow Up wurden die Teilnehmerinnen alle vier Monate kontaktiert. Die Studie dauerte insgesamt 3,8 Jahre und in dieser Zeit starben 754 (10,4%) Frauen (Rollan et al., 2006, S. 114).

6.34 Midlife risk factors and healthy survival in men.

Wilcox et al. (2006) untersuchten einerseits eine Studienpopulation, die aus den Teilnehmern des „Honolulu Heart Programm (HHP)“, einer bevölkerungsbasierten, prospektiven Studie über kardiovaskuläre Krankheiten von 8600 japanisch-amerikanischen Männern, die zwischen 1900 und 1919 geboren wurden und die im Jahr 1965 auf der Insel Oahu lebten, bestand, und andererseits nahmen sie die Daten der Teilnehmer aus der „Honolulu Asia Aging Study (HAAS)“, einer Folgestudie über Demenz aus der HHP. Der Zeitpunkt des Studienbeginns lag zwischen 1965 bis 1968. Die Teilnehmer waren zwischen 45 und 68 Jahren alt und das mittlere Alter betrug 54 Jahre. 12% waren in Japan und 88% in den USA geboren. Insgesamt wurden die Daten von 5820 Teilnehmern untersucht und ausgewertet (Wilcox et al., 2006, S. 2344). Bei diesen Personen wurden folgende Messungen, teilweise für die Bestimmung von Risikofaktoren, bei der Baseline Untersuchung vorgenommen. Hierzu zählten die Körpergröße und das Körpergewicht, der Blutdruck im Sitzen, die FEV (forced expiratory volume in the first second), der totale Cholesterin Level, Harnsäure, Glukose, Triglyzeride, Hämatokrit, der Rauchstatus, Alkohol Konsum und die physical activity (Wilcox et al., 2006, S. 2344). Die Messung der Hautfaltendicke am Trizeps und am Subscapularis, sowie die Handgriffkraft wurden ebenfalls erfasst. Auch wurden soziodemographische Daten, wie der Ausbildungslevel und der Ehestatus, untersucht (Wilcox et al., 2006, S. 2346). Durch die Messungen sind vier Klassifizierungen bzw. Phänotypen entstanden:

1. Nonsurvivors – Männer, die vor einem spezifischen Alter starben (75, 80, 85 oder 90 Jahre)

2. Usual survivors but disabled – Männer, die überlebten, aber mit physischer oder kognitiver Behinderung, mit oder ohne chronische Krankheit
3. Usual survivors with major chronic diseases but no disability
4. Exceptional survivors – Männer, die ohne chronische Krankheiten oder Behinderungen ein spezifisches Alter überlebten (Wilcox et al., 2006, S. 2344).

Das Follow Up dauerte 40 Jahre (Wilcox et al., 2006, S. 2343). Den Mortalitätsgrund erfasste man durch Zeitungen, Todesanzeigen, Krankenhausaufenthalte etc., wobei 1991 bis 1993 bei nur fünf Männern der Sterbegrund nicht gefunden wurde. Es gab 3369 Todesfälle (58%) vor dem Alter 85 Jahre, die nonsurvivors. 758 (13%) Männer hatten eine Krankheit, aber ohne Behinderung, 1038 (18%) Männer hatten eine Behinderung aber ohne Krankheitsstatus – usual survivors und 655 (11%) überlebten 85 Lebensjahre ohne chronische Krankheit und ohne kognitive oder physische Einschränkung – exceptional survivors (Wilcox et al., 2006, S. 2345).

6.35 Grip strength, body composition, and mortality.

Verschiedene Studien mit alten Menschen haben gezeigt, dass die Handgriffkraft die all cause Mortalität voraussagen kann, wobei die Mechanismen, laut Gale et al. (2007), unklar sind. Sicher ist, dass die Muskelkraft mit dem Alter abnimmt. Es entsteht eine Kombination aus Zunahme an Fettmasse und einem Verlust an Muskelmasse. Für die Erforschung haben 1775 Personen aus acht Regionen Großbritanniens, die randomisiert ausgewählt wurden, teilgenommen. Das Alter lag bei 65 Jahren und älter und die Personen wurden in die Alterskategorien 65 bis 74 Jahre und 75 Jahre und älter eingeteilt. Die Baseline Population bestand aus 800 Personen mit einer vollständigen Untersuchung, davon waren 452 männlich und 348 weiblich. Es wurde von allen Teilnehmer/innen der Ernährungsstatus erstellt und welche Nahrungsmittel sie innerhalb einer Woche einnahmen. Die Kalorienaufnahme wurde aufgenommen und berechnet. Weitere klinische Daten wurden erhoben, wie das Körpergewicht, die Körpergröße, der Body Mass Index (BMI), der Oberarmumfang, die Dicke der subskapulären, trizeps, bizeps, suprailia Hautfalte und die fettfreie Masse (FFM). Fragen über den Raucherstatus, Medikationen und Krankheiten wurden gestellt, aufgenommen und kategorisiert. Die Handgriffkraft der linken und rechten Hand mit jeweils drei Versuchen wurde mittels Handgriffkraftdynamometer aufgenommen. Über die 24 jährige Follow Up Periode gab es

756 all cause Todesfälle, von denen 441 männlichen und 315 weiblichen Geschlechts waren. Alle Todesfälle geschahen aufgrund von Krebs, kardiovaskulären oder respiratorischen Krankheiten. Die crude all cause mortal rate lag bei 102,7 pro 1000 Personenjahre für beide Geschlechter zusammen, bei Männern lag sie bei 124,8 und bei Frauen bei 82,3 pro 1000 Personenjahren. Der Tod durch kardiovaskuläre Krankheiten ergab 488 Todesfälle. Die „crude“ Mortalitätsrate lag bei 66,4 pro 1000 Personenjahren für beide, bei 76,4 pro 1000 Personenjahren für Männer und bei 57,2 pro 1000 Personenjahren für Frauen (Gale et al., 2007, S. 230). Aufgrund von Krebs sind 425 Personen gestorben und die crude Mortalität war bei 58 von 1000 Personenjahren (77 Männer und 40,4 Frauen). 314 Todesopfer gab es wegen respiratorischen Krankheiten und die crude Mortalitätsrate lag bei 43,1 von 1000 Personenjahren (55,7 Männer und 31,5 Frauen) (Gale et al., 2007).

6.36 Grip strength predicts cause-specific mortality in middle-aged and elderly persons.

Es wurde von Sasaki et al. (2007) vermutet, dass die Handgriffkraft als ein simples Messinstrument genutzt werden kann, um Aussagen über die gesamte Muskelkraft vorzunehmen. Sie ist aber genauso als Instrument für die Vorhersage der Mortalität geeignet (Sasaki et al., 2007, S. 337). Dafür nahmen an der Längsschnittstudie AHS– (Adult Health Study) Teilnehmer/innen aus Hiroshima und Nagasaki, Japan teil. Die Studie startete zwischen 1970 und 1972 mit einer Follow Up Zeit von über 25 Jahren (Sasaki et al., 2007, S. 338) und war für die Radiation Effects Research Foundation (RERF) zur Untersuchung der Strahlenwerte auf den Menschen wegen der Atombombe ins Leben gerufen worden. 6129 Personen haben bei der Testbatterie zwischen 1970 und 1972 mitgemacht. Das Durchschnittsalter der Männer betrug 55,5 Jahre und der Frauen 53,9 Jahre (Sasaki et al., 2007, S. 339). Klinische Messungen, wie die medizinische Vorgeschichte, physische Messungen und anthropometrische Messungen, wie die Körpergröße, Körpergewicht und die Berechnung des Body Mass Index, wurden ebenso angestellt, wie die Messung des Blutdrucks, eines Bluttests mit Serum Cholesterin und die Aufnahme individueller Strahlenwerte. Diese waren wichtig für die Studie, da viele Teilnehmer/innen zum Zeitpunkt der Atombombe gelebt haben. Zudem erfasste man die Rauchgewohnheiten und den Alkoholkonsum. Die Handgriffkraft wurde zweimal bei jeder Hand in Kilogramm mit einem Dynamometer gemessen und der beste bzw. maximale Wert wurde für die Analyse herangezogen. 4912 Personen nahmen an der Messung teil, davon 1695 Männer und 3217 Frauen im Alter von 35 bis 74 Jahren und erreichten

durchschnittliche Werte von 46,4 kg (Männer) und 29,2 kg (Frauen) (Sasaki et al., 2007, S. 339). Die Teilnehmer/innen wurden anhand ihrer Werte in alters- und geschlechtsgruppen-spezifische Fünftel aufgeteilt, wobei das dritte Fünftel als Referenzgruppe für die multivariate Analyse des relativen Mortalitätsrisikos verwendet wurde. Die Länge des Follow Up bzw. der Mortalität wurde in Fünfjahresschritten erfasst, d.h. es wurden alle Todesfälle innerhalb von fünf Jahren, nach fünf Jahren, nach zehn, 15 und 20 Jahren gesammelt (Sasaki et al., 2007, S. 339). Alle Sterbefälle wurden aufgezeichnet und in Kategorien unterteilt. Nach 27 Jahren Follow Up, also von 1970 bis 1972 bis Ende 1999, gab es insgesamt 2483 externe Todesfälle, also nicht durch Krebs, Schlaganfall etc. Durch spezifische Krankheiten, wie Krebs, starben 784 Personen, an einem Herzanfall 518, durch einen Schlaganfall 435 und an einer Lungenentzündung verschieden 191 Teilnehmer/innen (Sasaki et al., 2007, S. 339). Das relative Risiko der all cause Mortalität fand durch eine altersspezifische Einteilung in Fünftel der Handgriffkraft statt. Für die fallspezifische Mortalität wurde die Handgriffkraft in ansteigende fünf Kilogramm Kategorien unterteilt, weiterhin wurden die Kategorien geschlechtsspezifisch unterteilt (Sasaki et al., 2007, S. 339).

6.37 Physical fitness and 4-year mortality in an 80-year-old population.

Laut Takata et al. (2007) war wenig über die Beziehung zwischen körperlicher Fitness und der Mortalität bei älteren Menschen bekannt. Um die Zusammenhänge zu erklären, wurde in dieser Studie eine japanische Population von 80 Jährigen aus neun Regionen bzw. Städten in Japan untersucht. 1998 startete die Studie mit 697 Teilnehmer/innen, 277 Männern und 420 Frauen, und einer Follow Up Dauer von vier vollen Jahren pro Teilnehmer/in. In dieser Zeit wurden die Todesraten und Ursachen aufgenommen. Bei der Baseline Untersuchung wurden Glukose- und Cholesterinlevel gemessen, sowie sechs neuromuskuläre Testtypen anhand körperlicher Tests erfasst. Die muskulären Tests bestanden aus der Messung der Handgriffkraft gemessen mit einem Smedley Handdynamometer (DM-100s; Yagami, Nagoya, Japan), wobei der bessere von zwei Werten gewählt wurde. Ein isometrischer, sowie ein isokinetischer Beinstreckkrafttest und ein Balance Test wurden durchgeführt. Für die neuromuskuläre Ansteuerung nahmen Takata et al. (2007) von einem Stepping Test Gebrauch. Zudem erfasste man das Geschlecht, den Ehestatus, den Raucherstatus, Körpergröße, Körpergewicht und den Body Mass Index (BMI), den systolischen Blutdruck, den Level des totalen Serum Cholesterins und Glucose als stetige Variable. In den vier Jahren Follow Up gab es 107

Todesfälle. Insgesamt starben 58 Männer und 49 Frauen, davon 27 an kardiovaskulären Erkrankungen, 27 an Krebs, 22 an einer Lungenentzündung und die restlichen an anderen Gründen. CVD und respiratorische Krankheiten wurden als ein Mortalitätsgrund aufgenommen (Takata et al., 2007, S. 854).

6.38 Acquired weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients.

174 Personen nahmen an der Studie von Ali et al. (2008) mit den fünf Intensive Care Units (ICU) Centern zusammen mit dem Midwest Critical Care Consortium von 2005 bis 2007 teil. 136 Patient/innen (78%) haben das Aufwachen überlebt und es wurde bei ihnen eine Kraftmessung durchgeführt (Ali et al., 2008). Alle 38 Personen, die nicht an den Krafttests teilgenommen haben, wurden als ungeeignet erachtet. Die endgültige Studienkohorte bildeten nur die 136 Personen, die die Kraftprüfung absolviert haben. Alle Teilnehmer/innen wurden aufgeteilt in die Gruppen intensive care units (ICU), intensive care units – acquired paresis (ICUAP) und no intensive care units – acquired paresis (No ICUAP). Die gesamte Patient/innengruppe hatte ein durchschnittliches Alter von $57,7 \pm 15,5$ Jahren und bestand zu 47,8% aus Männern. Das Durchschnittsalter der ICUAP Patient/innen betrug $59,5 \pm 13,0$ und 40% waren männlich. Das Durchschnittsalter der No ICUAP Patient/innen betrug $57,1 \pm 16,2$ Jahre und die Teilnehmer/innengruppe bestand aus 50,5% Männern (Ali et al., 2008, S. 265). Ausgenommen von der Studie waren Patient/innen mit einer bekannten Diagnose, die eine generelle Schwäche verursachte, die eine Beatmung für mehr als 24 Stunden vor der Übergabe vom Krankenhaus erhielten, der/dem Unterstützer/in oder Arzt/Ärztin nicht verpflichtet waren vollends untersucht zu werden, die unfähig waren mit dem/der Studienausführer/in zu kommunizieren und wenn nicht mindestens zwei Gliedmaßen geprüft werden konnten. Bei der Baseline Untersuchung wurden einerseits die demographischen Werte Rasse, Alter, Geschlecht und ethnische Herkunft aufgenommen, andererseits auch die Komorbiditäten Diabetes mellitus, Alkoholismus, HIV und Geschichte der Schlaganfälle, die mit Schwäche in Verbindung gebracht werden, wie die Schwere der Krankheiten und das Organversagen am Tag der Aufnahme. Jeden Tag nach dem Aufstehen gab es Messungen für die Fähigkeit des Aufmerksamkeitsfokus und verbaler Kommunikation. Im Wachzustand wurden Muskelkraftdaten mittels Medical Research Council Scale (MRC) aufgenommen. Vor der Messung wurden Standardwerte und -instruktionen jeder Seite für MRC festgelegt. Diese wurden in insgesamt zwölf Muskelgruppen, unterteilt in Oberkörper und Unterkörper, gegliedert, außer es war dem klinischen Personal nicht möglich. Die

Handgriffkraft wurde dreimal mit einem Jamar Handgrip Dynamometer (Sammons Preston Rolyan, Bolingbrook, IL) in aufrechter Sitzposition und dem Ellbogen im 90° Winkel gemessen. Die Kohorte wurde anhand der erreichten Werte der Handgriffkraftmessungen in vier Gruppen aufgeteilt:

1. Handgriffkraft Reichweite: 0 bis 5 kg
2. Handgriffkraft Reichweite: 6 bis 13 kg
3. Handgriffkraft Reichweite: 14 bis 18 kg
4. Handgriffkraft Reichweite: 19 bis 84 kg

Alle Messungen wurden am nächsten Tag wiederholt. Der maximale MRC Wert und die Handgriffkraft dieses Tages wurde als die Kraft der/des Probanden/in gewertet. ICUAP wurde als durchschnittlicher Muskelkraftwert von weniger als vier aufgrund der Antigravitationskraft definiert. Um die optimale Grenze und Gleichheit der Handgriffkraft zwischen den Geschlechtern bei ICUAP zu erhalten, wurden die Werte für Männer bei einer Force von weniger als elf Kilogramm und für Frauen bei einer Force von weniger als sieben Kilogramm genommen. An jedem Tag des Follow Ups wurden Krafttests sowie der Ventilatorgebrauch, das Organversagen, Hyperglycämie und die klinische Behandlung gemessen. Die spezifischen vordefinierten secondary Outcomes wurden an ICU freien Tagen (ICU free days=ICUFD) gemessen, d.h. die Anzahl der Tage, die die Person am Leben war und ohne ICU bis zum Tag 30 nach der ICU Admission. Die krankenhausfreien Tage (hospital free days=HFD) wurden nach 60 Tagen nach ICU Admission definiert. Bei aufgewachten Teilnehmer/innen, die dafür mehr als fünf Tage Beatmung gebraucht haben, wurde auf Basis der vorbereiteten Daten eine Mortalitätsrate von 30% für Patient/innen mit ICUAP und 10% ohne diese Diagnose erwartet. Das primäre Ergebnis, das erwartet wurde, war der Tod während des Krankenhausaufenthalts. Das sekundäre Ergebnis hingegen wurde durch die Anzahl von HFD60 oder ICUAP30 ermittelt. Alle Patient/innen wurden aufgeteilt in die Kraftgruppen ICUAP Gruppe oder No-ICUAP Gruppe. 25,7% der Gruppe hatten ICUAP. Es gab keine demographischen Unterschiede bei Personen mit oder ohne die Diagnose ICUAP. Die Schwere der Krankheit war bei Personen mit ICUAP signifikant höher. Bei Personen mit ICUAP war die Handgriffkraft signifikant geringer als bei Subjekten ohne ICUAP. Die Krankenhaus Mortalität war bei Patient/innen mit ICUAP signifikant höher, als bei Patient/innen ohne diese Schwäche ($p < 0,001$) (Ali et al., 2008).

6.39 Hand-grip dynamometry predicts future outcomes in aging adults.

In dieser Review von Bohannon (2008) wurden verschiedenste Studien unter Abhängigkeit von Indikatoren, welche für die Messung der Handgriffkraft genutzt wurden, untersucht. Es wurden nur Studien ausgewählt, welche Statistiken beinhalteten, die die Beziehung zwischen der Handgriffkraft und anderen Outcomes als die der Kraft beschreiben. Alle Artikel wurden aussortiert, wenn sie in einer anderen Sprache als Englisch verfasst waren, nicht die Originaldaten enthielten (z.B. Reviews), nur die Beziehungen durch Querschnittsuntersuchungen beschrieben oder die Verbindung zwischen den Veränderungen der Handgriffkraft und einem relevanten Ergebnis (Outcome) zuschrieben (Bohannon, 2008, S. 3).

(1) indication that hand-grip dynamometry was used to measure strength and (2) presentation of statistics describing a relationship between grip strength and an outcome other than strength. Articles were excluded if they: (1) were in a language other than English, (2) did not contain original data (eg, reviews), (3) described only cross-sectional relationship, or (4) addressed relationship between changes in grip strength and a relevant outcome. (Bohannon, 2008, S. 3)

In den ausgewählten Studien variierte die Messung der Handgriffkraft wie auch die Festlegung der Hand, mit der die Kraft gemessen wurde. Es wurde die dominante, rechte, stärkere oder auch beide Hände gewählt. Zudem gab es unterschiedliche Messinstrumente, wobei der Jamar Dynamometer oft gebraucht wurde. Die Mehrheit der Studienteilnehmer/innen befand sich im mittleren bis hohen Alter, bei denen die Messung der Mortalität bzw. des Überlebens die am häufigsten gemeinsame Messung war. Alle Ergebnisse wurden in dieser Zusammenfassung tabellarisch dargestellt (Bohannon et al., 2008).

6.40 Handgrip strength as a predictor of prognosis in Japanese patients with congestive heart failure.

Izawa et al. (2009) war unklar, ob die Messung der Kraft der oberen und unteren Extremitäten eine Prognose bei chronic heart failure Patient/innen (CHF) geben kann. Diese Studie evaluierte den Einfluss der Muskelkraft der Langzeit Mortalität bei Patient/innen mit CHF (Izawa et al., 2009, S. 21). Es entstand diese prospektive Studie mit 346 männlichen Patienten, welche die St. Marianna University School of Medicine Hospital von 1999 bis 2006 besuchten und CHF hatten. Von diesen 346 Patienten wurden 184 ausgewählt, bei denen obere und untere Kraftmessungen möglich waren (Izawa et al., 2009, S. 22). Nach Ausschluss weiterer 34 Patienten von den 184, wurden 150 Personen für die Analyse herangezogen. Die Kohorte hatte ein Durchschnittsalter von $62,8 \pm 12$ Jahren (Izawa et al., 2009, S. 23). Männer mit einer LVEF (left ventricular ejection fraction) von weniger als 45%, klassifiziert nach der New York Heart Association Functional Class IV und welche mit neurologischer, peripher vaskulärer, orthopädischer Krankheit oder mit einer Lungenerkrankung wurden ausgeschlossen. Bei der Baseline Untersuchung fanden Messungen zur Erfassung des Alters, der Körpergröße und des Körpergewichts, des Body Mass Index, der Ätiologie der Herzfehler, Medikation, Blutproben und CPX (cardiopulmonar exercise testing – für $VO_2\text{max}$) statt (Izawa et al., 2009, S. 22). Ein Standard Handgriffkraft Dynamometer (Jamar, Bissel Healthcare Co., Grand Rapids, Michigan, USA) wurde für die Messung der Handgriffkraft benutzt. Drei Messungen jeder Hand wurden durchgeführt, wobei der Mittelwert des höchsten Wertes der linken und rechten Hand, geteilt durch zwei, genommen wurde (Izawa et al., 2009, S. 22). Das Follow Up dauerte $1331,9 \pm 700,3$ Tage bzw. $3,65 \pm 1,91$ Jahre (Izawa et al., 2009, S. 23). Die Mortalität und der Grund wurden aufgenommen. 15 Personen starben, vier davon durch einen plötzlichen Herztod, neun an progressiver Herzinsuffizienz und zwei durch nicht kardiovaskuläre Gründe (Izawa et al., 2009, S. 23). Überlebende und Verstorbene unterschieden sich hinsichtlich des Alters ($60,1 \pm 11,4$ vs. $65,6 \pm 12,7$ Jahre; $p=0,007$) (Izawa et al., 2009, S. 23).

6.41 N-Terminal pro-brain natriuretic peptide independently predicts protein energy wasting and is associated with all-cause mortality in prevalent HD patients.

Guo et al. (2009) führten diese Studie in fünf Dialyse Einrichtungen in Stockholm und am Uppsala Academic Hospital durch. Dies ist eine post hoc Analyse der Querschnittsstudie, die eigentlich kreiert wurde, um die Variabilität von Entzündungsmarkern bei Hämodialyse-Patient/innen (HD) zu erforschen. 222 Patient/innen im Durchschnittsalter von 66 Jahren, mit einer Reichweite von 51 bis 74 Jahren, nahmen zu Forschungszwecken teil. Jeder/jede Patient/in wurde von Nephrolog/innen untersucht, und es wurde geschaut, ob es einen Bezug zu Nierenkrankheiten, zur CVD Geschichte, anderen komorbiden Bedingungen und dem Überleben gab. Es wurden folgende sieben Komorbiditäten ausgewählt: Malignität (10,8%), ischämische Herzerkrankung (30,6%), periphere arterielle Verschlusskrankheit (31,1%), linksventrikuläre Herzinsuffizienz (21,2%), Diabetes mellitus (26,1%), systemische Kollagenosen (8,1%) und andere (29,7%). Diese wurden laut Davis Score in drei Gruppen eingeteilt mit niedrigem (1 bis 2), mittlerem (3 bis 4) und hohem (≥ 5) Risikofaktor. Bei der Baseline Untersuchung hatten 142 Patient/innen (65,9%) Anzeichen von klinischer CVD, von diesen hatten 48 myokarde Infarkte, 50 Angina Pectoris, sieben unterzogene perkutane transluminale Koronarangiographie. 23 Patient/innen hatten eine koronare arterielle Bypass Operation und 39 eine linksventrikuläre Dysfunktion (LVD), 43 Patient/innen litten an der zerebrovaskulären Krankheit, 39 Patient/innen hatten klinische Anzeichen einer peripheren athero-thrombotischen vaskulären Erkrankung und vier ein Aorta Aneurysma (Guo et al., 2009, S. 517). Neben der Aufnahme des Geschlechts, des Alters, des Körpergewichts und der Körpergröße, sowie der Berechnung des Body Mass Index (BMI) sind im Labor Blutproben entnommen worden und der Ernährungsstatus wurde erhoben. Die Handgriffkraftmessung wurde durch einen Harpenden Handgrip Dynamometer (Yamar, Jackson, Michigan, USA) der dominanten Hand ermittelt. Der höchste von drei Versuchen wurde gewertet, welcher mit den alters- und geschlechtsspezifischen Normwerten von gesunden schwedischen Individuen abgestimmt wurde. Das Überleben wurde determiniert als Zeitpunkt vom Startpunkt der Untersuchung bis zum Follow Up mit einer Periode im Mittel von 31 Monaten und einer Reichweite von 20 bis 38 Monaten. Die Todesursachen wurden ebenfalls aufgenommen. 137 Personen haben das Follow Up überlebt und 85 sind in dieser Zeit verstorben. Die Charakteristik der Studienpopulation zeigte, dass von überlebenden Patient/innen, 56,9% Männer und 43,1% Frauen im Alter

von 58 ± 47 bis 71 Jahren waren. Bei den Verstorbenen waren 52,9% Männer und 47,1% Frauen im Alter von 72 ± 65 bis 79 Jahren. Die Gründe des Todes waren elfmal ein Myokard Infarkt und siebenmal andere Gründe einer Herzinsuffizienz. Der plötzliche Tod kam zehnmal vor, eine zerebrale Thrombose oder ein hämorrhagischer Schlaganfall fünfmal, eine Lungenentzündung ebenfalls bei fünf Personen. Neun Personen erlagen einer Septikämie, vier einer Kachexie und weitere vier malignen Erkrankungen. Eine Person starb durch ein Aorta Aneurysma, zehn Personen wegen des Rückzugs von einer Nierenersatztherapie und 20 Patient/innen aufgrund anderer Gründe (Guo et al., 2009).

6.42 Handgrip strength and mortality in the oldest old population: the Leiden 85-plus Study.

Es wurden alle Daten der Einwohner/innen im Alter von 85 Jahren und älter aus Leiden, Niederlande, für die prospective population-based-Leiden 85-plus Studie von Ling et al. (2010) untersucht. Am Anfang nahmen 599 Teilnehmer/innen zwischen 1997 und 1999 teil. Personen wurden jährlich zu Hause besucht und Face-to-Face interviewt. Blutproben wurden genommen und verschiedene Tests absolviert. Die endgültige Studienpopulation bestand aus 555 Personen im Alter von 85 Jahren, 65% der Kohorte bestand aus Frauen. Alle Teilnehmer/innen dieser Gruppe haben bei der Messung der Handgriffkraft teilgenommen. Bei der zweiten Messung haben 304 Personen, also 55% der Baseline Population, im Alter von 89 Jahren diese Messung mitgemacht (Ling et al., 2010, S. 430). Die Messung der Handgriffkraft erfolgte in Kilogramm der dominanten Hand mittels eines Jamar Handgriffdynamometers (Sammons Preston Inc. Bolingbrook, IL). Der Test fand in aufrechter Position statt, wobei die beste von drei Messungen gewertet wurde. Die Ergebnisse wurden in geschlechtsspezifische Drittel eingeteilt (Ling et al., 2010, S. 430). Potentielle Störvariablen sind erhoben worden. So wurden das Geschlecht, anthropometrische Daten, Komorbiditäten, die gesamte Liste an verschreibungspflichtigen Medikamenten und der Raucherstatus in Verbindung mit der Handgriffkraft und Mortalität geprüft und in die Analyse miteinbezogen. Die Daten von sieben Komorbiditäten, wie kardiovaskuläre Krankheit, Bluthochdruck, Diabetes mellitus, COPD, Neoplasma, Parkinsonsche Krankheit und Arthritis, wurden aufgenommen, die Werte des Mini Mental State Examination, Geriatric Depression Scale, disability scale und Level der physical activity wurden ebenfalls erhoben. Auch Werte der activities of daily living (ADL's) und instrumental activities of daily living (IADL), wie die Wohnformen, unabhängig oder betreutes Wohnen, wurden gemessen (Ling et al., 2010, S. 430). Alle Mortalitätsdaten wurden bis Februar 2008 gesammelt. Während der Follow Up Periode von im

Durchschnitt 9,5 Jahren (Reichweite von 8,5 bis 10,5 Jahren) gab es 444 Todesfälle (80%), wobei Männer signifikant stärker betroffen waren (88,1%) im Gegensatz zu Frauen (75,6%; $p < 0,001$). Es wurde in dieser Zeit die Todesursache aufgenommen und aufgeteilt in kardiovaskuläre Gründe, wie die koronare Herzkrankheit, Schlaganfälle und andere oder nicht- kardiovaskuläre Gründe, wie eine Entzündung mit oder ohne Sepsis, Lungenentzündungen, Neoplasma und andere (Ling et al., 2010, S. 430). Die Todesursachen waren hauptsächlich kardiovaskulär bedingt (Ling et al., 2010, S. 431). Bei den drei Gruppen der Handgriffkraft war die kardiovaskuläre Krankheit die am häufigsten vorgekommene Komorbidität (Ling et al., 2010, S. 431). Eine geringe Handgriffkraft stand in signifikanter Beziehung zu höheren Raten der kardiovaskulären Krankheit ($p = 0,031$), aber nicht zu anderen Komorbiditäten. Die Handgriffkraft nahm signifikant vom 85. bis 89. Lebensjahr ab. Die Abnahme betrug bei Männern 1,53 kg pro Jahr ($p = 0,001$) und 0,85 kg bei Frauen ($p = 0,001$) (Ling et al., 2010, S. 431).

6.43 Prognostic value of inflammatory markers (notably cytokines and procalcitonin), nutritional assessment, and organ function in patients with sepsis.

Diese Studie von Suárez-Santamaría et al. (2010) handelte vom prognostischen Wert der Entzündungsparameter, vor allem Zytokine und Procalcitonin, Ernährungs-Bewertung und die Organfunktion bei Patient/innen mit Sepsis. 253 Patient/innen mit Sepsis, insgesamt 146 Männer und 107 Frauen, mit einem medialen Alter von 65 Jahren, waren im Jahr 2007 im Hospital Universitario de Canarias hospitalisiert (Suárez-Santamaría et al., 2010, S. 20). Die gesamte klinische Geschichte wurde aufgenommen und physische Prüfungen absolviert, chemische Tests und Bluttests führte man ebenfalls durch. Vier der 253 Patient/innen wurden wegen einer Fehldiagnose nach dem Follow Up aus der Evaluation genommen. Alle anderen Teilnehmer/innen mussten die Definition einer Sepsis erfüllen. Sepsis definierte man als Infektion plus zwei oder mehr der folgenden Kriterien: „1) Temperatur $>38^{\circ}$ or $<36^{\circ}$ C; 2) heart rate >90 beats/m; 3) respiratory rate >20 /m or $\text{PaCO}_2 <32$ mmHg; and 4) WBC >12.000 or <4.000 cells/mm³, or $>10\%$ immature forms“ (Suárez-Santamaría et al., 2010, S. 20). Bei der Baseline Untersuchung hatten 83 Patient/innen Diabetes mellitus, 37 Krebs, 46 wurden mit Steroiden oder immunsuppressiven Therapien behandelt, 28 hatten eine HIV Infektion, 41 hatten kognitive Beeinträchtigungen, 44 exzessiven Alkoholkonsum und 24 hatten eine Zirrhose.

In 50 Fällen war die Sepsis nosokomialen Ursprungs und bei 16 von ihnen trat sie nach der Operation auf (Suárez-Santamaría et al., 2010, S. 20). Die Handgriffkraft wurde mit einem Dynamometer nur bei kooperierenden Patient/innen mit einem Glasgow Score von weniger als 14 getestet (Suárez-Santamaría et al., 2010, S. 20). 28 Tage nach der Diagnose Sepsis sind 49 (19%) Patient/innen gestorben. Die Mortalität hing eng mit der Schwere der Sepsis zusammen. Der Tod wurde bei 13 von 115 Patient/innen mit schwerer Sepsis aufgenommen (11,3%), 21 von 72 mit einem septischen Schock (29%) und 15 von 23 mit Organversagen (55%) ($p < 0,001$). Ansteigendes Alter hing mit der Mortalitätsrate zusammen. Mortalitätsraten lagen bei Personen bis 35 Jahre und jünger bei 6%, bei Personen im Alter von 35 bis 85 Jahren bei 19% und bei Personen über 85 Jahren bei 40% ($p < 0,048$) (Suárez-Santamaría et al., 2010, S. 21).

6.44 Heterogeneity in rate of decline in grip, hip, and knee strength and the risk of all-cause mortality: The Women's Health and Aging Study II.

Xue, Beamer, Chaves, Guralnik und Fried (2010) waren der Meinung, ein altersbedingter Abfall der Muskelkraft wird dem Rückgang und Verlust an Muskelmasse zugeschrieben und ein Verlust der Muskelmasse soll mit Sarkopenie zusammenhängen. Diese Veränderungen beginnen im mittleren Lebensabschnitt und enden oft in funktionellen und klinischen Auswirkungen, wie ein erhöhtes Risiko zu stürzen, physische Behinderungen und Gebrechlichkeit zu erlangen. Des Weiteren soll eine schwache Muskulatur auch in Verbindung mit der all cause Mortalität stehen, so Xue et al. (2010, S. 2076). Die Women's Health and Aging Study (WHAS) II war eine prospektive Kohortenstudie mit 436 Frauen im Alter zwischen 70 und 79 Jahren aus Baltimore City und dem Bezirk Baltimore, Maryland. Das durchschnittliche Alter der 307 analysierten Frauen der Studienpopulation betrug $73,6 \pm 2,8$ Jahre. Als Studienzulassung durften die Teilnehmerinnen keine funktionellen Behinderungen oder selbst berichtete Schwierigkeiten bei einer von vier Gebieten der physischen Funktion haben: Mobilität, oberer Extremitäten, hohe Funktionalität, die Fähigkeit für sich selbst sorgen können und einen Mini Mental State Examination Score von 24 und/oder höher, aufweisen. Die Frauen wurden bei der Erstuntersuchung interviewt und physische Tests absolviert. Es gab sechs Follow Up Untersuchungen (Xue et al., 2010, S. 2077). Die analytische Stichprobe für diese Studie lag bei 307 Frauen mit guten Baseline Daten. Bei der Datenerhebung wurden die

Störvariablen Alter, Rasse, Ausbildung, Körpergewicht, Körpergröße, Body Mass Index (BMI), Raucherstatus, Anzahl von Krankheiten, GDS, physical activity level, Interleukin-6, Albumin und chronische Erkrankungen erhoben. Zu den chronischen Erkrankungen zählten Angina Pectoris oder ein Myokard Infarkt, Herzinsuffizienz, periphere arterielle Verschlusskrankheit, Hüftbrüche, Osteoarthritis der Hüfte, Knie oder Hand, Diabetes mellitus, Parkinsonsche Krankheit, rheumatische Arthritis, Krebs, Schlaganfälle, Lungenerkrankungen, Spinalstenose und Bandscheibenerkrankungen. Drei Messungen der Kraft wurden bei der Baseline Untersuchung durchgeführt, die der Handgriffkraft, Knie- und Hüftkraft. (Xue et al., 2010, S. 2077). Die isometrische Handgriffkraft wurde in Kilogramm mit einem Jamar Handgriffdynamometer gemessen (Model # PC5030J1. J.A. Preston CO, Jackson, MI), wobei die Probandinnen dreimal mit jeder Hand in sitzender Position den Dynamometer betätigen mussten. Die beste Messung der nicht-dominanten Hand wurde genommen. Bei jedem Follow Up Termin wurde diese erneut gemessen. Die Bewertung des Geisteszustandes erfolgte durch die 30 Item Geriatric Depression Scale (GDS) für Aufnahme eines depressiven Zustandes. Bei einem Wert von 10 oder mehr Items, wurde entschieden an einer starken Depression zu leiden (Xue et al., 2010, S. 2078). Die Studie startete 1994 und endete 2009 mit einer median Follow Up Zeit von zehn Jahren. Alle Todesdaten der 89 verstorbenen Patientinnen wurden aufgenommen. Diese 29% entsprechen einer Ausfallrate von 24,6 pro 1000 Personenjahre (Xue et al., 2010, S. 2079).

6.45 Physical fitness and 6.5-year mortality in an 85-year-old community-dwelling population.

Takata et al. (2011) untersuchten die Daten einer populationsbasierenden Studie über altersbedingte allgemeine und orale Gesundheit aus Fukuoka Prefecture in Japan. Die 827 Teilnehmer/innen waren 85 Jahre alt und 1917 geboren. In den 6,5 Jahren des Follow Ups sind 210 Personen gestorben, 207 haben bei den Messungen der physical Fitness teilgenommen und 410 Personen haben abgelehnt bzw. die Follow Up Tests verweigert. Alle 85 jährigen Frauen nahmen an fünf neuromuskulären Tests teil. Die physische Fitness wurde durch eine Testbatterie erhoben. Der Handgriffkraft- und Beinstrecktest waren isometrische Tests. Zudem beinhaltete die Batterie einen Einbeinstand Balance Test, einen Test zur neuromuskulären Ausdauer, der die Stepping Rate aufnahm und einen Gehtest mit der Gehgeschwindigkeit und Schrittzahl. Die Handgriffkraft wurde durch einen Smedley Hand Dynamometer (DM-100S; Yagami, Nagoya, Japan) in stehender Position jeder Hand mit zwei Versuchen gemessen. Es gab

zwei Werte für jede Hand, einen für jede Hand, wenn nur diese genutzt wurde und zwei Messungen der linken bzw. der rechten Hand wurden gemittelt, um den Wert für den Test zu erhalten. Während der Follow Up Zeit von 6,5 Jahren, beginnend im Oktober 2003 bis März 2010, sind 81 Individuen, 49 Männer und 32 Frauen, von insgesamt 207 Teilnehmer/innen gestorben. 27 Gründe waren kardiovaskulär bedingt, 14 wegen Krebs, elf aufgrund von Atemwegserkrankungen, zehn aufgrund von Senilität, drei wegen Magen-Darm-Erkrankungen, drei wegen eines exogenen Todes, einer wegen Nierenversagen, einer wegen multiplen Organversagen und es gab elf unbekannte Todesursachen (Takata et al., 2011).

6.46 Malnutrition syndrome, but not Body Mass Index, is associated to worse prognosis in heart failure patients.

Colín-Ramírez et al. (2011) überprüften retrospektiv die Daten der 405 Patient/innen der Heart Failure Clinic vom Instituto Nacional de Ciencias Medicas y Nutricion Salvador Zubiran (INCMNSZ) in Mexico City. Es wurden alle Personen mit einem Herzfehler überprüft. Bei der Baseline Untersuchung erfolgten die anthropologischen Messungen des Gewichts und der Körpergröße mit anschließender BMI Kalkulation. Die 405 Proband/innen unterteilte man in vier Gruppen zu 26 Personen (6,4%) mit einem BMI von $<20 \text{ kg/m}^2$ als Gruppe untergewichtig, 114 Personen (28,2%) mit einem BMI von 20 bis $24,9 \text{ kg/m}^2$, welche als normalgewichtig galten, 133 Personen (32,8%) die mit einem BMI von 25 bis $29,9 \text{ kg/m}^2$ übergewichtig waren und in der vierten Gruppe 132 fettleibige Personen (32,6%) mit einem BMI von $\geq 30 \text{ kg/m}^2$. Das Durchschnittsalter lag in den nach dem Body Mass Index (BMI) eingeteilten Gruppen bei $56,6 \pm 20,5$; $58,3 \pm 22,4$; $63,3 \pm 14,8$ und $62,3 \pm 13,3$ Jahren. Die Körperzusammensetzung wurde mittels Bioelektrischer Impedanz Analyse gemessen. Die funktionelle Kapazität wurde in metabolischen Equivalent (METs) gemessen und die Funktionsklassen nach der New York Heart Association (NYHA) evaluiert. Die Messung der Handgriffkraft wurde durch einen Smedley Hand Dynamometer (Stoelting, Wood Dale, UK) der dominanten Hand zweimal gemessen und der bessere Wert wurde gewertet (Colín-Ramírez et al., 2011). Als primärer Endzeitpunkt der Studie galt die all cause Mortalität. Den Überlebensstatus erhielten Colín-Ramírez et al. (2011) nach drei Jahren des Follow Ups der Heart Failure Clinic Registry und von medizinischen Aufzeichnungen. Als sekundärer Endzeitpunkt wurde der kardiovaskuläre Tod erhoben, aufgeteilt in den unerwarteten Tod, progressive

Herzinsuffizienz, Herzrhythmusstörungen, Schlaganfall oder Myokardinfarkt. Während der dreijährigen Follow Up Zeit starben 70 Personen. Von diesen Todesfällen waren 33 kardiovaskulär bedingt und 37 Todesursachen entstanden aufgrund anderer Umstände (Colín-Ramírez et al., 2011).

7 Ergebnisse der Studien

7.1 Ergebnisse, die nicht bestätigen, dass die Handgriffkraft ein Mortalitätsprädiktor bei Männern und Frauen in gemeinsamer Analyse ist

Pincus et al. (1984) fanden heraus, dass nach der neun jährigen Follow Up Periode diverse Werte, die bei der Baseline Untersuchung erhoben wurden, sanken. Bei 27 überlebenden Patient/innen, die in der Studie „severe functional declines, work disability, and increased mortality in seventy-five rheumatoid arthritis patients studied over nine years“ getestet wurden, fiel die Handgriffkraft von 57,7 auf 65,5 mm HG, also um 42,4% (Pincus et al., 1984, S. 867). Es bestand kein Zusammenhang zwischen den Werten der Handgriffkraft von den überlebenden im Gegensatz zu den Werten der gestorbenen Patient/innen. Eine Erklärung des Ergebnisses bot die geringe Anzahl der Personen, die das Follow Up überlebt haben und bei denen die Handgriffkraft gemessen wurde. Eine Kohorte von 27 Personen war eine sehr geringe Anzahl und diese hatten vergleichsweise höhere Werte bei der funktionellen Kapazität und bei den ADLs als die verstorbenen Patient/innen (Pincus et al., 1984, S. 869).

Die Unterschiede der Werte der Handgriffkraft zwischen den gestorbenen und überlebenden Personen der Studie „Questionnaire, walking time and button test measures of functional capacity as predictive markers for mortality in rheumatoid arthritis“ von Pincus et al. (1987, S. 243) waren statistisch nicht signifikant. Die Verstorbenen hatten signifikant niedrigere Handgriffkraftwerte von 81,1 mm HG im Gegensatz zu den Personen, die das Follow Up überlebten mit Werten von 105,7 mm HG ($p=0,059$). Auch das relative Risiko (RR) der Mortalität neun Jahre nach der Baseline Messung durch eine zu geringe Handgriffkraft zeigte keine Signifikanz ($RR=1,36$, 95% CI:0,58-3,17), so Pincus et al. (1987, S. 244). Es bestand somit kein Risiko aufgrund zu geringer Handgriffkraftwerte zu sterben. Zwischen Überleben und Mortalität wurde kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Baseline Werte der Handgriffkraft gefunden

(Pincus et al., 1987, S. 246-247). Als Grund wurde die kleine Studienpopulation von 75 Personen und 20 Todesfällen angegeben (Pincus et al., 1987, S. 248).

Anstey et al. (2001) verglichen Decliners mit Nondecliners und fanden keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich einer ansteigenden IRR der Mortalität und der Handgriffkraft. Auch nach Adjustierung mit demographischen Daten oder mit demographischen und zusätzlichen Gesundheitsvariablen konnte kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden (Anstey et al., 2001, S. 7). Die Ergebnisse der Studie „Demographic, health, cognitive and sensory variables as predictors of mortality in very old adults“ zeigten, dass ein signifikanter Abfall der Handgriffkraft kein Prädiktor für ein IRR des Mortalitätsanstiegs war.

Im adjustierten Hazard Ratio Modell mit Alter, CVD und DM gab es keinen Zusammenhang zwischen dem Anstieg der Handgriffkraft pro Kilogramm bei beiden Geschlechtern ($HR=0,96$, 95% CI:0,93-1,01; p =nicht signifikant) und einem ansteigenden Mortalitätsrisiko in den Untersuchungen der Studie „A comparative analysis of nutritional parameters as predictors of outcome in male and female ESRD patients“ (Stenvinkel et al., 2002).

Nybo et al. (2003) konnten in der Studie „Predictors of mortality in 2,249 nonagenarians – The Danish 1905-Cohort Survey“ nicht beweisen, dass im unadjustierten Modell mit allen Teilnehmer/innen ($n=1,316$; $HR=1,48$, 95% CI:1,34–1,64) und mit allen Teilnehmer/innen, bei denen keine Daten fehlten ($n=1,217$; $HR=1,48$, 95% CI:1,33–1,64), die Ausprägung der Handgriffkraft nicht die Mortalität vorhersagen konnte (Nybo et al., 2003, S. 1371).

Es gab keinen Zusammenhang mit der all cause Mortalität ($p=0,904$) oder vaskulärer Mortalität ($p=0,658$) bei Männern und Frauen (Wang et al., 2005, S. 84) in der Studie „Evaluation of handgrip strength as a nutritional marker and prognostic indicator in peritoneal dialysis patients¹⁻³“.

Die Baseline Handgriffkraft, die Handgriffkraft im Alter von 89 Jahren und der relative Verlust der Handgriffkraft wurden nicht mit einem ansteigenden Mortalitätsrisiko für spezifische Gründe in Verbindung in der Studie „Handgrip strength and mortality in the oldest old population: the Leiden 85-plus Study“ gebracht (Ling et al., 2010, S. 433). Bei Männern und Frauen im Alter von 85 Jahren gab es im Modell ohne Adjustierung der Störvariablen keinen signifikanten Anstieg der Mortalität, weder bei Personen im Alter von 85 Jahren im unteren Drittel der Handgriffkraft bei Männern und Frauen (Handgriffkraft Frauen: 1 bis 16 kg; Männer: 10 bis 27 kg; $HR=1,87$, 95% CI:1,48–2,34), noch bei Personen im Alter von 85 Jahren im mittleren Drittel der Handgriffkraft bei Männern und Frauen (Handgriffkraft der Frauen: 17 bis 20 kg; Handgriffkraft der Männer: 28 bis 33 kg;

HR=1,30, 95% CI:1,03-1,65) oder bei Personen im Alter von 85 Jahren im oberen Drittel der Handgriffkraft bei Männern und Frauen (Handgriffkraft der Frauen: 21 bis 31 kg; Handgriffkraft der Männer: 34 bis 54 kg; HR=1,00, 95% (ref)). Nach Adjustierung für mögliche Störvariablen, wie Geschlecht, anthropometrische Daten, Komorbiditäten, gesamte Liste an verschreibungspflichtigen Medikamenten und dem Raucherstatus, gab es keinen signifikanten Anstieg der all cause Mortalität bei Personen im Alter von 85 Jahren im mittleren Handgriffkraftdrittel bei Männern und Frauen (HR=1,24, 95% CI:0,95–1,62) und im oberen Drittel der Handgriffkraft bei Männern und Frauen (HR=1,00, 95% (ref)) (Ling et al., 2010). Bei 89 jährigen Studienteilnehmer/innen wurde im Modell ohne Adjustierung der Störvariablen kein signifikanter Anstieg der Mortalität, weder bei Personen im Alter von 89 Jahren im unteren Drittel der Handgriffkraft bei Männern und Frauen (HR=3,10, 95% CI:2,16–4,44), noch bei Personen im Alter von 89 Jahren im mittleren Drittel der Handgriffkraft bei Männern und Frauen (HR=1,90, 95% CI:1,31-2,75), noch bei Personen im Alter von 89 Jahren im oberen Drittel der Handgriffkraft bei Männern und Frauen (HR=1,00, 95% (ref)) nachgewiesen (Ling et al., 2010). Nach Adjustierung für mögliche Störvariablen, wie Geschlecht, anthropometrische Daten, Komorbiditäten, gesamte Liste an verschreibungspflichtigen Medikamenten und den Raucherstatus, gab es keinen Zusammenhang zwischen Personen mit dem mittleren Verlust der Handgriffkraft über vier Jahre, die einen Anstieg der Mortalität hatten (HR=1,00, 95% (ref)) und dem niedrigsten Verlust der Handgriffkraft (Frauen: -6,25 bis 90 kg; Männer: -13,6-20 kg). Für die unadjustierte Analyse konnten Ling et al. (2010) keinen Zusammenhang zwischen Männern und Frauen mit dem größten Verlust der Handgriffkraft (Frauen: -87,5 bis -25,0 kg; Männer: -76,9 bis -26,3 kg; HR=2,07, 95% CI:1,47-2,90) über vier Jahre, die einen Anstieg der Mortalität hatten, mit dem mittleren Verlust der Handgriffkraft (Frauen: -23,8 bis -6,7 kg; Männer: -25,6 bis -13,8 kg; HR=1,18, 95% CI:0,82-1,68), die über vier Jahre einen Anstieg der Mortalität hatten oder mit dem niedrigsten Verlust der Handgriffkraft (Frauen: -6,25 bis 90 kg; Männer: -13,6 bis -20 kg; HR=1,00, 95% (ref)) beweisen (Ling et al., 2010).

Es wurde bei “Physical fitness and 6.5-year mortality in an 85-year-old community-dwelling population” keine Verbindung zwischen der Mortalität und den Unterschieden bei der Handgriffkraft zwischen den Geschlechtern mittels der multivariaten Cox Analyse mit Adjustierungen gefunden (Takata et al., 2011, S. 32).

Tab.13: Ergebnisse der Handgriffkraftwerte beider Geschlechter mittels multivariater Cox Analyse mit Adjustierungen von Takata et al. (2011)

Handgriffkraft	Ja	Nein	Hazard Ratio	95% CI	p-Wert
singlehand, right	198	09	0,823	0,331–2,047	p≤0,676
singlehand, left	195	12	0,604	0,288–1,266	p≤0,182
bothhands, right	197	10	0,779	0,335–1,812	p≤0,562
bothhands, left	197	10	0,779	0,335–1,812	p≤0,562

(mod. n. Takata et al., 2011, S. 32)

Auch konnte keine Verbindung bei der Analyse zwischen der Mortalität und den Unterschieden zwischen den Geschlechtern und dem Serum Level des Gesamtcholesterins nachgewiesen werden.

Tab.14: Ergebnisse der Handgriffkraftwerte der Analyse zwischen beiden Geschlechtern und Adjustierung mit Serum Level des Gesamtcholesterins von Takata et al. (2011)

Handgriffkraft	Ja	Nein	Hazard Ratio	95% CI	p-Wert
singlehand, right	198	09	1,221	0,442–3,372	p≤0,699
singlehand, left	195	12	0,780	0,355–1,715	p≤0,536
bothhands, right	197	10	1,065	0,425–2,669	p≤0,894
bothhands, left	197	10	1,065	0,425–2,669	p≤0,894

(mod. n. Takata et al., 2011, S. 32)

7.2 Ergebnisse, die bestätigen, dass die Handgriffkraft ein Mortalitätsprädiktor bei Männern und Frauen ist

Milne und Maule (1984) haben bei ansteigendem Alter einen signifikanten Abfall der Handgriffkraft in der Studie „A longitudinal study of handgrip and dementia in older people“ gefunden. Hinsichtlich der Handgriffkraft und Mortalität zeigte sich folgendes Bild: der Vergleich der Handgriffkraft bei Männern und Frauen, die das fünf Jahres Follow Up überlebten, und denen, die gestorben sind, zeigte, dass sich im Mittelwert die

Handgriffkraft signifikant zwischen überlebenden und verstorbenen Personen unterscheidet ($p < 0,01$) (Milne & Maule, 1984, S. 44). Männer und Frauen im Alter von 62 bis 90 Jahren mit einer niedrigeren Handgriffkraft besaßen folglich ein signifikant erhöhtes Mortalitätsrisiko (Milne & Maule, 1984).

Eine Frage, der Studie „Survival, prognosis, and causes of death in rheumatoid patients“ war, ob Patient/innen mit rheumatischer Arthritis (RA) früher als Personen der Normalbevölkerung sterben. Das Ergebnis zeigte, dass die Überlebensraten der RA Patient/innen niedriger waren als die der Normbevölkerung und bei Männern wie auch bei Frauen gleich sind. Männliche RA Patienten waren zum Todeszeitpunkt vier Jahre jünger, als die Normbevölkerung, bei Frauen sind es sogar zehn Jahre gewesen (Mitchell et al., 1986, S. 708). Das Überleben bei Patient/innen mit rheumatischer Arthritis hing mit dem Alter und dem Geschlecht zusammen, wie auch mit traditionellen demographischen Vorhersagen der Mortalität, sowie mit Indizien der Schwere der Erkrankung und Variablen, die mit Komorbiditäten verbunden waren (Mitchell et al., 1986, S. 709). Der Vorhersageeffekt der Einzelvariable Handgriffkraftmessung auf das Überleben von Patient/innen mit definitiver oder klassischer rheumatischer Arthritis zeigte folgendes Ergebnis (Mitchell et al., 1986, S. 709). Für die Analyse wurden Überlebensraten in fünf Jahres Schritten erstellt (Michtell et al., 1986, S. 708).

Tab. 15: Prozentuale Verteilung der Überlebensraten der Handgriffkraftgruppen von Mitchell et al. (1986)

Gruppe	% des Überlebens		
	Nach 5 Jahren	Nach 10 Jahren	Nach 15 Jahren
Handgriffkraft >200 (n=183)	96%	86%	79%
Handgriffkraft <200 (n=198)	89%	76%	55%

(mod. n. Mitchell et al., 1986, S. 709)

Je älter die Personen wurden, desto schlechter wurden die Werte der Handgriffkraft. Nach 15 Jahren war bei Personen mit einer Handgriffkraft von <200 die prozentuelle Überlebenswahrscheinlichkeit um 24% geringer als bei Personen mit einer Handgriffkraft von >200. In der univarianten Analyse, in der alle Krankheitsgrade, inklusive Blutsenkungsgeschwindigkeit, Gelenkschwellungen und Muskelschwäche, getestet worden sind, war die Handgriffkraft mit einer signifikant abfallenden Überlebensrate assoziiert ($p = 0,001$). Die Handgriffkraft hing folglich mit sinkenden Überlebensraten zusammen (Mitchell et al., 1986, S. 713).

Laut Kalfarentzos et al. (1989, S. 36) sagte die Handgriffkraft Dynamometrie alle Todesfälle in der Hochrisikogruppe von 29 Krebs-Patient/innen in der Studie „Comparison of forearm muscle dynamometry with nutritional prognostic index, as a preoperative indicator in cancer patients“ voraus.

Das Alter und das Geschlecht erklärten in der Studie “Muscle strenght and mobility as predictors of survival in 75-84-year-old-people“ (Laukkanen et al., 1995, S. 468) keine erhöhte Mortalität. Die Handgriffkraft der dominanten Hand unterschied sich, getrennt vom BMI, im Durchschnitt um 8,4 N (SD=3,8 N) bei den 75 jährigen Frauen und um 14,7 N (SD=3,8 N) bei den 75 jährigen Männern (Laukkanen et al., 1995, S. 471).

In Hinblick auf die Überlebensrate bestand in der alters- und geschlechtsadjustierten Analyse ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Mittelwertern der Handgriffkraft der Normalbevölkerung und Personen im Alter von 75 und 80 Jahren, die mit ihrer Handgriffkraft über oder unter diesen Mittelwerten lagen ($p=0,5$) (Laukkanen et al., 1995, S. 471). Die Mortalität während des Follow Ups wurde mit reduzierter Muskelkraft in Verbindung gebracht (Laukkanen et al., 1995, S. 471). Eine geringe Handgriffkraft erhöhte das Mortalitätsrisiko signifikant bei 75 bis 84 jährigen Männern und Frauen (OR=1,86, 95% CI:1,13-3,07) (Laukkanen et al., 1995, S. 471).

Die Werte von activity und damage der Studie „Measures of activity and damage in rheumatoid arthritis: depiction of changes and prediction of mortality over five years“ (Callahan et al., 1997) der 100 untersuchten Patient/innen mit rheumatischer Arthritis veränderten sich nach fünf Jahren. Besonders die Werte der mittleren Handgriffkraft nahmen von 109,8 mm HG bei der Baseline Messung auf 82,0 mm HG nach fünf Jahren zum Zeitpunkt des Follow Ups ab, welches einen negativen Effekt nach fünf Jahren bestätigte (Callahan et al., 1997). In dieser Zeit verstarben 37 Patient/innen (17,6%) im Gegensatz zu der erwarteten Mortalität, der nach Alter und Geschlecht geordneten US-amerikanischen Mortalitätstafeln, von 23 (10,9%) Patient/innen (Callahan et al., 1997, S. 385). Die gesamte Gruppe von 210 Personen erreichte eine Handgriffkraft von 104,8 mm HG. Die 169 Patient/innen, die das Follow Up überlebten, hatten eine Handgriffkraft von 108,8 mm HG, die 37 verstorbenen Personen nur eine Handgriffkraft von 86,4 mm HG. Somit wurde ein signifikanter Unterschied zwischen lebenden (alive) und verstorbenen (dead) Personen in Bezug auf die Höhe der Handgriffkraft nachgewiesen und bestätigt, dass die Messung der Handgriffkraft ein sinnvoller Prädiktor für die Mortalität nach fünf Jahren war (Callahan et al., 1997, S. 386). Des Weiteren wurden die Überlebenschancen berechnet und das Ergebnis zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen einer hohen Handgriffkraft mit einer höheren Überlebenschance ($p<0,05$) (Callahan et al., 1997, S. 388). Die Messung der Entzündungsaktivität und Gelenkschäden für die Vorhersage

der Mortalität und die Darstellung der Morbidität über fünf Jahre bei 100 Patient/innen mit rheumatoider Arthritis durch die Höhe der Handgriffkraft zeigte ein signifikant zusammenhängendes Ergebnis und bestätigte die Verbindung ($p < 0,004$) (Callahan et al., 1997, S. 390).

Alle Hüftfraktur Patient/innen der Studie „Factors associated with mortality after hip fracture“ (Meyer et al., 2000) hatten ein um 63% höheres Mortalitätsrisiko im Vergleich mit der Kontrollgruppe ($RR=1,63$, 95% CI:1,13-2,35). Nach einem Jahr lag das relative Risiko bei 3,35 (95% CI:1,50-7,47) und nach dreieinhalb Jahren bei 1,30 (95% CI:0,85-1,98). Die Kontrollgruppe bestand aus 247 Personen und wies 49 Todesfälle auf. Das relative Risiko der Kontrollgruppe belief sich auf 1,00. Die Gruppe der 119 Patient/innen der oberen Handgriffkraftverteilung wurde durch 18 Todesfälle minimiert. Das relative Mortalitätsrisiko belief sich auf 0,90 (95% CI:0,52–1,54), wenn die Personen eine stärkere Handgriffkraft zeigten. In der Gruppe der 119 Personen, die durch ihre geringe Kraft in die untere Hälfte der Handgriffkraftverteilung fielen, gab es 50 Todesfälle und diese Personen hatten aufgrund ihrer geringen Handgriffkraft ein deutlich höheres relatives Mortalitätsrisiko ($RR=2,30$, 95% CI:1,55–3,42). Schwache Patient/innen mit Werten der Handgriffkraft in der unteren Hälfte wiesen ein ansteigendes Mortalitätsrisiko im Vergleich zur Kontrollgruppe auf (Meyer et al., 2000).

Bei der ersten Welle wurde ein signifikanter Unterschied bei der Handgriffkraft zwischen überlebenden ($n=1007$, $M=25,52$, $SD=8,87$) und verstorbenen ($n=457$, $M=23,31$, $SD=8,62$) Männern und Frauen der Studienteilnehmer/innen von „Demographic health, cognitive and sensory variables as predictors of mortality in very old adults“ festgestellt ($p < 0,01$) (Anstey et al., 2001, S. 7). Das unadjustierte Risiko (Incident Rate Ratio) wurde von Anstey et al. (2001) für jede kognitive und sensorische Variable kalkuliert und anschließend für demographische und weiter für demographische und Gesundheitsvariablen geprüft. Die demographischen Variablen beinhalteten Alter, Geschlecht und Ausbildung, Gesundheitsvariablen hingegen SRH, den medikamentösen und neurologischen Zustand. Die unadjustierten Analysen zeigten, dass schlechte Leistungen der Handgriffkraft eine ansteigende IRR der Mortalität über sechs Jahre ergaben (Anstey et al., 2001, S. 7).

Tab.16: Handgriffkraft und IRR beider Geschlechter von Anstey et al. (2001)

Handgriffkraft (kg)	IRR
0 - 17	1,86 (95% CI:1,37-2,52)
17,10 - 21,50	1,52 (95% CI:1,11-2,08)
21,60 - 26,75	1,53 (95% CI:1,11-2,09)
26,76 - 33,05	1,47 (95% CI:1,07-2,02)
33,06 - 50,75	1,00 (Referenzgruppe)

(mod. n. Anstey et al., 2001, S. 8)

Nach Adjustierung mit demographischen Charakteristika stand, relativ zur Kontrollgruppe, eine schlechte Leistung der Handgriffkraft mit einer erhöhten IRR der Mortalität in Verbindung.

Tab.17: Handgriffkraft und IRR beider Geschlechter nach Adjustierung mit demographischen Charakteristika von Anstey et al. (2001)

Handgriffkraft (kg)	IRR
0 - 17	3,66 (95% CI:2,41-5,57)
17,10 - 21,50	2,42 (95% CI:1,70-3,45)
21,60 - 26,75	1,77 (95% CI:1,27-2,46)
26,76 - 33,05	1,21 (95% CI:0,87-1,67)
33,06 - 50,75	1,00 (Referenzgruppe)

(mod. n. Anstey et al., 2001, S. 8)

Eine Messung der Handgriffkraft bei Wave 1 war ein Prädiktor für IRR des Mortalitätsanstiegs (Anstey et al., 2001).

Alle 138 Patient/innen bei Cook et al. (2001) mit einer normalen Handgriffkraft hatten Mortalitätswerte von 2,9%. Alle 62 Patient/innen von „The influence of patient strength, aerobic capacity and body composition upon outcomes after coronary artery bypass grafting“ mit einer defizitären Handgriffkraft hingegen hatten eine Mortalität von 11,3% aufgewiesen (Cook et al., 2001, S. 91). Das Ergebnis zeigte, dass bei Patient/innen nach einer koronaren Bypass-Operation eine geringe Handgriffkraft signifikant mit einer höheren Mortalität zusammenhing ($p=0,038$) (Cook et al., 2001, S. 90).

Stenvinkel et al. (2002) untersuchten in der Studie „A comparative analysis of nutritional parameters as predictors of outcome in male and female ESRD patients“, ob die Handgriffkraft mit der Mortalität zusammenhing. Alle 53 Patient/innen mit einer Handgriffkraft über dem Median hatten höhere Überlebensraten ($p < 0,01$) als die untersuchten 52 Personen mit einer Handgriffkraft unter dem Median (Stenvinkel et al., 2002, S. 1270). Im unadjustierten Hazard Ratio Modell für das Risiko der Gesamt-Mortalität bei Patient/innen, die eine Nieren Transplantationstherapie starteten, sank das Risiko signifikant bei 206 Männern und Frauen pro Kilogramm Anstieg der Handgriffkraft ($HR = 0,95$; 95% CI: 0,92-0,97; $p < 0,0001$) (Stenvinkel et al., 2002).

Im alters- und geschlechtsadjustierten Modell der Studie „Baseline cataract type and 10-year mortality in the Italian-American Case-Control Study of age-related Cataract“ verglichen Williams et al. (2002) die Handgriffkraftdrittel der Kohorte miteinander. Das untere Handgriffkraftdrittel mit einer Gruppenanzahl von 560 Personen wies eine Hazard Ratio (HR) von 1 auf. Das mittlere Drittel, welches aus 425 Patient/innen bestand, hatte eine HR von 0,75 (95% CI: 0,64-1,18) und das oberste Drittel mit 438 Personen eine HR von 0,55 (95% CI: 0,39-0,79) und war somit signifikant ($p > 0,05$). Diese Signifikanz bedeutet, dass eine niedrige Handgriffkraft des unteren Handgriffkraftdrittels stark mit einer ansteigenden Mortalität und das hohe Drittel der Handgriffkraft nicht mit ansteigender Mortalität in Verbindung stand (Williams et al., 2002, S. 128-129). Weiter wiesen sie nach, dass Rauchen, eine schlechte Handgriffkraft und eine ansteigende Anzahl der jährlichen medizinischen Besuche in den fünf Jahren vor der Baseline Untersuchung, im signifikanten Zusammenhang mit ansteigender Mortalität standen (Williams et al., 2002).

Im Modell für die adjustierte Odd Ratio (AOR) mit Alter, Geschlecht, Ausbildung und Vermögen gab es in der Studie „Successful aging in the Australian Longitudinal Study of Aging: applying the MacArthur Model crossnationally“ (Andrews et al., 2002) kein erhöhtes Mortalitätsrisiko zwischen der higher und intermediate functioning group, die eine hohe bzw. intermediate Handgriffkraft aufweisen ($AOR = 0,98$, 95% CI: 0,92-1,05; $p = \text{nicht signifikant}$), jedoch wurde ein signifikant erhöhtes Mortalitätsrisiko zwischen der higher und lower functioning group mit entsprechend hoher bzw. intermediärer Handgriffkraft nachgewiesen ($AOR = 0,92$, 95% CI: 0,87-0,99; $p = 0,001$), so Andrews et al. (2002). Die Mortalität hing signifikant mit den Funktionsklassen zusammen ($p < 0,001$). Relativ zur higher functioning group war das Mortalitätsrisiko stark mit der Zugehörigkeit zur intermediären Gruppe ($OR = 1,66$; 95% CI: 1,19-2,33; $p < 0,001$) und zur lower functioning group ($OR = 3,03$; 95% CI: 2,22-4,17; $p < 0,001$) verbunden (Andrews et al., 2002, S. 760). Die Personen, die erfolgreich alterten, hatten eine signifikant höhere

Handgriffkraft und ein signifikant niedrigeres Mortalitätsrisiko (Andrews et al., 2002, S. 760).

In der Studie „Predictors of mortality in 2,249 nonagenarians – The Danish 1905-Cohort Survey“ stieg mit absteigender Funktion der Handgriffkraft das Mortalitätsrisiko bei Männern und Frauen signifikant an (Nybo et al., 2003).

Die Beziehung zwischen dem Tod und der Prädiktorvariable Handgriffkraft nach einem Jahr Outcome bei Patient/innen, die nach einem Krankenhausaufenthalt aufgrund einer Lungenentzündung entlassen worden sind und am Leben waren, wurde in der Studie „Mortality and readmission oft the elderly one year after hospitalization for pneumonia“ untersucht. Es bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft als Vorhersageinstrument der Mortalität (Handgriffkraft -0,272; $p=0,001$), so Bohannon et al. (2004, S. 23). Es gab einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und einem erhöhten Mortalitätsrisiko ($OR=0,969$, 95% CI:0,948-0,987; $p=0,001$) bei Patient/innen, die nach einem Krankenhausaufenthalt aufgrund einer Lungenentzündung entlassen wurden und am Leben waren, wobei das Ergebnis/Outcome der Tod war.

Es bestand bei „Short-term outcomes and their predictors for patients hospitalized with community-acquired pneumonia“ eine signifikante Korrelation zwischen dem Tod und der aktuellen Handgriffkraft ($p<0,001$) (Vecchiarino et al., 2004). Auch hing die Handgriffkraft (≤ 10 kg) signifikant mit der Mortalität zusammen ($p<0,001$). Bei 191 Personen mit einer Lungenentzündung war die Handgriffkraft ein unabhängiger Mortalitätsprädiktor (Vecchiarino et al., 2004, S. 304). Im multiple forward logistic regression model für die Vorhersage der Mortalität durch die Ausprägung der Handgriffkraft gab es ein signifikant erhöhtes Mortalitätsrisiko ($OR=0,370$, 95% CI:0,149-0,992; $p=0,033$) und somit bestand ein Zusammenhang für den Anstieg der Mortalität bei absteigender Handgriffkraft. D.h. je schlechter die Handgriffkraft ausgeprägt war, desto höher war das Risiko (Odd Ratio) der Mortalität (Vecchiarino et al., 2004, S. 305).

Bei Männern und Frauen gab es bei „Evaluation of handgrip strength as a nutritional marker and prognostic indicator in peritoneal dialysis patients¹⁻³“ einen signifikanten Anstieg der Überlebensrate mit ansteigender Handgriffkraft bei beiden untersuchten Gruppen quer durch drei Gruppen ($p<0,0001$) (Wang et al., 2005, S. 84). Es wurden signifikante Unterschiede des overall Überlebens zwischen dem niedrigen und mittleren Handgriffkraftdrittel ($p=0,0002$), dem niedrigen und hohen Handgriffkraftdrittel ($p=0,0001$) und zwischen dem mittleren und hohen Handgriffkraftdrittel ($p=0,0136$) nachgewiesen. Auch bestanden signifikante Unterschiede des Überlebens ohne kardiovaskuläre Zwischenfälle im Vergleich zwischen dem niedrigen und mittleren Handgriffkraftdrittel

($p=0,0017$), dem niedrigen und hohen Handgriffkraftdrittel ($p=0,0001$) und zwischen dem mittleren und hohen Handgriffkraftdrittel ($p=0,009$). Hinsichtlich der Höhe der Handgriffkraft wurde ein signifikanter Unterschied zwischen 102 Überlebenden und 78 verstorbenen Personen (Überlebende: $19,7 \pm 9,7$ kg vs. Verstorbene $13,1 \pm 8,8$ kg; $p<0,001$) gefunden (Wang et al., 2005). Bei der univariaten Cox Regression Analyse zwischen der Abnahme der Handgriffkraft pro Kilogramm und der all cause Mortalität gab es einen signifikanten Zusammenhang (HR=0,94, 95% CI:0,91-0,96; $p<0,001$). Zudem wurde der signifikante Zusammenhang zwischen der kardiovaskulären Mortalität und der Abnahme der Handgriffkraft pro Kilogramm nachgewiesen (HR=0,92, 95% CI:0,89-0,96; $p<0,001$) (Wang et al., 2005, S. 85). In der multiplen Cox Regression Analyse in Relation zur all cause Mortalität und zur kardiovaskulären Mortalität wurden Serum Albumin und die Handgriffkraft getrennt voneinander analysiert. Bei der kardiovaskulären Mortalität verblieb die Handgriffkraft signifikant (HR=0,94, 95% CI:0,90-0,98; $p=0,004$), genau wie die all cause Mortalität (HR=0,95, 95% CI:0,92-0,99; $p=0,005$). Nur die Handgriffkraft war signifikant mit der kardiovaskulären Mortalität ($p=0,001$) und sogar höchst signifikant ($p<0,0001$) mit der all cause Mortalität pro Kilogramm Abstieg der Handgriffkraft verbunden (Wang et al., 2005).

Newman et al. (2006) bewiesen in „Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the Health, Aging and Body Composition Study Cohort“ einen starken Zusammenhang zwischen der Mortalität und der Handgriffkraft. Unter Berücksichtigung der Standard Abweichung der Handgriffkraft (10,7 kg), damit ein Vergleich mit der Quadrizepskraft erlaubt werden konnte, war die Crude Hazard Ratio für die Handgriffkraft bei Männern bei 1,36 (95% CI:1,13–1,64) und bei Frauen 1,84 (95% CI:1,28–2,65) im unadjustierten und multivariaten adjustierten Modell mit der DXA Body Composition (mit Alter und anderen Faktoren, die stufenweise inkludiert wurden, wie Rasse, Körperhöhe, Raucherstatus, physical activity Level, Anzahl der chronischen Belastungen, Ausbildung, Interleukin 6 und der Depressionsskala (CES-D)) bei Männern bei 1,36 (95% CI:1,10–1,60) bei Frauen betrug die Hazard Ratio 1,67 (95% CI:1,08–2,58) (Newman et al., 2006, S. 75).

Ein Abfall der Handgriffkraft war beim Alter und beim Geschlecht bemerkbar (Sasaki et al., 2007). Sie sank bei Männern im Alter von 35 bis 44 Jahren bis zum Alter von 65 bis 74 Jahren um 11,1 kg und im gleichen Zeitraum bei Frauen um 8,8 kg. Zudem entdeckten Newman et al. (2007) bei der Studie „Grip strength predict cause-specific mortality in middle-aged and elderly persons“ einen absteigenden Trend der Mortalität bei ansteigender Handgriffkraft (Sasaki et al., 2007). Nach dem 20 jährigen Follow Up war

das relative Risiko der Mortalität mit jeder fünf Kilogramm Zunahme der Handgriffkraft signifikant geringer (Sasaki et al., 2007, S. 340).

Die Geschlechtsinteraktionen, gemessen durch das Cox proportional hazard model ohne Adjustierungen, ergab einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der totalen Mortalität ($p < 0,0001$), sowie einer Mortalität durch Lungenentzündung ($p = 0,0354$) bei der Gesamtkohorte der Studie „Physical fitness and 4-year mortality in an 80-year-old population“ (Takata et al., 2007).

Die Ergebnisse waren zwischen den Kraftgruppen bei „Acquired weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients“ signifikant unterschiedlich. In der unadjustierten Analyse stieg die Mortalität mit durchschnittlicher Muskelkraft bzw. mit einem Abfall der Handgriffkraft an (Ali et al., 2008, S. 265). Die beobachtete Mortalität bei den vier Handgriffkraftgruppen sah folgendermaßen aus:

Tab.18: Handgriffkraft und Mortalitätswahrscheinlichkeit von Ali et al. (2008)

Handgriffkraft (kg)	Mortalitätswahrscheinlichkeit (%)
0 - 5	30,6%
6 - 13	9,4%
14 - 18	3,0%
19 - 84	5,9%

(mod. n. Ali et al., 2008, S. 265)

Nach Adjustierung mit der Handgriffkraft war die Odd Ratio für die Hospitalmortalität bei Patient/innen mit ICUAP signifikant höher als ohne (Odd Ratio für Mortalität 4,5, 95% CI:1,5–13,6; $p = 0,007$). Die Handgriffkraftgrenze für Frauen war mit sieben Kilogramm Force und bei Männern mit elf Kilogramm definiert (Ali et al., 2008, S. 265). Ebenso gab es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der Anzahl der ICU- und krankenhaushausfreien Tagen. Die Odd Ratio für die relative Reduktion bei ICU-freien Tagen betrug 41% (95% CI:0,56–19,6; $p = 0,001$), das Risiko für die relative Reduktion bei krankenhaushausfreien Tagen lag bei 27% (OR=1,27; 95% CI:0,49-3,00; $p = 0,073$) (Ali et al., 2008, S. 265).

Die Verbindung zwischen verschiedenen Mortalitätsgründen und der Handgriffkraft bei überlebenden und verstorbenen CHF Patient/innen war signifikant unterschiedlich bei der totalen Mortalität ($p = 0,008$), so Izawa et al. (2009). In der Studie „Handgrip strength as a predictor of prognosis in Japanese patients with congestive heart failure“ zeigte sich die Handgriffkraft als ein Prognoseindiz des Überlebens in der univariaten Analyse (Cox

univariate hazard survival analysis) für Vorhersage des Mortalitätsrisikos (HR=0,894, 95% CI:0,828–0,965; p=0,004). Nach der multivariaten Analyse blieb die Handgriffkraft ein unabhängiger Prädiktor des Überlebens bei CHF Patient/innen (HR=0,900, 95% CI:0,831–0,976; p=0,009). Um die Mortalität vorherzusagen wurde eine receiver-operating characteristic curve erstellt. Ein Cut Off von 32,2 kg als optimaler Mortalitätsprädiktor wurde gewählt. Die Kaplan-Meier Analyse eines Cut Off Wertes von 32,2 kg zeigte, dass Patient/innen mit einer Handgriffkraft von weniger als 32,2 kg Handgriffkraft im Gegensatz zu Patient/innen mit einem Handgriffkraft Wert von $\geq 32,2$ kg eine signifikant geringere Überlebensrate hatten (p=0,008). Die Handgriffkraft war ein Vorhersageinstrument der Mortalität bei CHF Patient/innen, auch als Langzeitprädiktor. Der Gebrauch des Cut Off von 32,2 kg Handgriffkraft konnte bei CHF Patient/innen als einfache Testmethode für die Mortalitätsvorhersage genutzt werden.

Aufgrund einer kleinen Studiengruppe konnten keine Faktoren determiniert werden, die die Mortalität vorhersagen (Izawa et al., 2009, S. 26).

Die Gruppe der 137 Überlebenden der Studienpopulation von „N-terminal pro-brain natriuretic peptide independently predicts protein energy wasting and is associated with all-cause mortality in prevalent HD patients“ bestand aus 56,9% Männern und 43,1% Frauen im Alter von 58 Jahren mit einer Handgriffkraft von 64,3% (Reichweite 52,2 bis 80,6%) der Normwerte (Guo et al., 2009). Die 85 Nichtüberlebenden waren zu 52,9% männlich und zu 47,1% weiblich, hatten ein Alter von 72 (Reichweite 65 bis 79) Jahre und eine Handgriffkraft von 55,1% (40,7 bis 63,0%) der Normwerte. Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern (p=0,6), aber das Alter unterschied sich signifikant zwischen Überlebenden und Nicht-Überlebenden (p<0,001). Die Handgriffkraft unterschied sich signifikant zwischen Überlebenden und Nicht-Überlebenden (p<0,001) (Guo et al., 2009).

Nach Adjustierung für mögliche Störvariablen (Geschlecht, anthropometrische Daten, Komorbiditäten, gesamte Liste an verschreibungspflichtigen Medikamenten und den Raucherstatus) gab es einen signifikanten Anstieg des all cause Mortalitätsrisikos bei Personen im Alter von 85 Jahren im niedrigsten Drittel der Handgriffkraft bei Männern (Handgriffkraft 10 bis 27 kg) und Frauen (Handgriffkraft 1 bis 16 kg) (HR=1,35, 95% CI:1,00–1,82; p=0,047) und bei den beiden unteren Dritteln der Handgriffkraft bei Personen im Alter von 89 Jahren (HR=2,04, 95% CI:1,24–3,35; p=0,005 und HR=1,73, 95% CI:1,11–2,70; p=0,016). Zudem wurde nachgewiesen, dass bei der Studie “Handgrip strength and mortality in the oldest old population: the Leiden 85-plus Study” Männer und Frauen mit dem größten Verlust der Handgriffkraft (Frauen 87,5 bis 25,0 kg; Männer: -76,9 bis -26,3 kg) über vier Jahre den höchsten Anstieg der Mortalität hatten (HR=1,72,

95% CI:1,07–2,77; $p=0,026$) (Ling et al., 2010). Wurde die Handgriffkraft als kontinuierliche Variable in der multivariablen Analyse betrachtet, fanden Ling et al. (2010, S. 433) heraus, dass eine Signifikanz für jede fünf Kilogramm Reduzierung der Handgriffkraft mit einer all cause Mortalität im Alter von 85 Jahren ($HR=1,11$, 95% CI:1,01–1,23; $p=0,040$) und im Alter von 89 Jahren ($HR=1,24$, CI 1,04–1,48; $p=0,019$) bestand. Dazu wurde ein signifikanter Anstieg des Risikos einer all cause Mortalität bei Männern und Frauen für jeden weiteren Verlust von zusätzlichen 5% der relativen Handgriffkraft beobachtet ($HR=1,06$, 95% CI:1,01–1,12; $p=0,033$) (Ling et al., 2010). Die Ergebnisse zeigten, dass eine geringe Handgriffkraft im Alter von 85 und 89 Jahren und ein größerer Abfall der Kraft über die Zeit mit einer ansteigenden all cause Mortalität einherging (Ling et al., 2010). Zudem gab es eine Verbindung zwischen der Handgriffkraft und Mortalität und ansteigendem Alter (Ling et al., 2010).

Die 28 Tage Mortalität hing in der Studie „Prognostic value of inflammatory markers (notably cytokines and procalcitonin), nutritional assessment, and organ function in patients with sepsis“ stark mit der Handgriffkraft zusammen (Suárez-Santamaría et al., 2010). Am Tag 28 waren 148 Personen am Leben und 20 Personen verstorben. Das Ergebnis der Analyse war signifikant (AUROC=0,770, 95% CI:0,663–0,877; $p<0,000$) und somit war die Messung der Handgriffkraft ein geeignetes Instrument für die Vorhersage der 28 Tage Mortalität nach einer Sepsis (Suárez-Santamaría et al., 2010, S. 22).

Die Verbindung zwischen der physical fitness und der totalen Mortalität bei der Studie „Physical fitness and 6.5-year mortality in an 85-year-old community-dwelling population“ wurde durch die multivariate Cox Regressionsanalyse, adjustiert für den Unterschied zwischen den Geschlechtern, ermittelt (Takata et al., 2011). Diese Analyse sollte das Mortalitätsrisiko, assoziiert mit einem Kilogramm Anstieg der Messung, kalkulieren. Die relative Hazard Ratio für die all cause Mortalität fiel um 6 bis 7% mit jedem Kilogramm Anstieg der Handgriffkraft, egal ob für single hand, both hands, left side oder right side (Takata et al., 2011).

Tab. 19: Ergebnisse der Handgriffkraftwerte beider Geschlechter mittels der multivariaten Cox Analyse mit Adjustierungen von Takata et al. (2011)

Handgriffkraft (kg)	Hazard Ratio	95% CI	p-Wert
singlehand, right	0,925	0,887–0,966	p≤0,001
singlehand, left	0,925	0,883–0,968	p≤0,001
bothhands, right	0,936	0,899–0,975	p≤0,001
bothhands, left	0,927	0,886–0,970	p≤0,001

(mod. n. Takata et al., 2011, S. 33)

Es bestand ein signifikanter Abfall des all cause Mortalitätsrisikos mit jedem Kilogramm Anstieg der Handgriffkraft nach Adjustierung mit dem Geschlecht. In der multivariaten Cox Regressionsanalyse, adjustiert für den Unterschied zwischen den Geschlechtern und Serum Leveln des totalen Cholesterins, sollte das Mortalitätsrisiko assoziiert mit einem Kilogramm Anstieg der Messung kalkuliert werden. Die relative Hazard Ratio für die all cause Mortalität fiel um 5 bis 6% mit jedem Kilogramm Anstieg der Handgriffkraft, egal ob für single hand, both hands, left side oder right side.

Tab. 20: Ergebnisse der Handgriffkraftwerte der Analyse zwischen beiden Geschlechtern und Adjustierung mit Serum Leveln des totalen Cholesterins von Takata et al. (2011)

Handgriffkraft (kg)	Hazard Ratio	95% CI	p-Wert
singlehand, right	0,940	0,900–0,982	p≤0,005
singlehand, left	0,938	0,897–0,982	p≤0,006
bothhands, right	0,949	0,912–0,988	p≤0,011
bothhands, left	0,942	0,901–0,985	p≤0,009

(mod. n. Takata et al., 2011, S. 33)

Es bestand ein signifikanter Abfall des all cause Mortalitätsrisikos mit jedem Kilogramm Anstieg der Handgriffkraft nach Adjustierung mit den Geschlechtern und Serum Leveln des totalen Cholesterins.

Die Handgriffkraft unterschied sich bei den einzelnen BMI Gruppen (untergewichtig: <20 kg/m²; Handgriffkraft: 13,5 ± 8,9 kg; normalgewichtig: 20 bis 24,9 kg/m²; Handgriffkraft: 20,1 ± 8,4 kg; übergewichtig: 25 bis 29,9 kg/m²; Handgriffkraft: 21,8 ± 9,6 kg; fettleibig: ≥30 kg/m²; Handgriffkraft: 24,2 ± 11,8 kg; p<0,0001) signifikant bei Colín-Ramírez et al. (2011) in der Studie „Malnutrition syndrome, but not body mass index, is associated to

worse prognosis in heart failure patients“. Nach der Cox Proportional Hazard Regression Analysis war die Handgriffkraft ein unabhängiges Voraussageinstrument der all cause Mortalität der normalgewichtigen Studienpopulation (RR=0,936; 95% CI:0,891–0,985). Das gleiche galt auch für die kardiovaskuläre Mortalität. Die Handgriffkraft war ein Voraussageinstrument der kardiovaskulären Mortalität der normalgewichtigen Studienpopulation (RR=0,929; 95% CI:0,865–0,998) (Colín-Ramírez et al., 2011).

7.3 Ergebnisse, die nicht bestätigen, dass die Handgriffkraft ein Mortalitätsprädiktor bei Männern ist

Die Ergebnisse der Handgriffkraftmessung bei der Baseline Untersuchung bei 192 Männern ergaben eine durchschnittliche Handgriffkraft von $35,4 \pm 6,9$ kg. Dieselbe Messung ergab bei 221 Frauen einen Wert von $19,3 \pm 4,8$ kg. Beide Geschlechter zusammen (n=413) erreichten einen durchschnittlichen Wert von $26,8 \pm 10$ kg (Shibata et al., 1992). Shibata et al. (1992) zeigten durch die Studie „Predictors of all-cause mortality between ages 70 and 80: the Koganei Study“ (Shibata et al., 1992, S.283), dass bei Männern im univariaten Regressionsmodell zwischen der Handgriffkraft und einem ansteigenden all cause Mortalitätsrisiko nach zehn Jahren kein Zusammenhang festgestellt werden konnte (RR=0,84, 95% CI:0,64-1,10). Dies blieb auch im multivariaten Regressionsmodell für das all cause Mortalitätsrisiko und der Handgriffkraft unverändert (RR=1,00, 95% CI:0,96-1,04), so Shibata et al. (1992).

Bei Pincus et al. (1994) ergaben die Ergebnisse der Studie „Prediction of long term mortality in patients with rheumatoid arthritis according to simple questionnaire and joint count measures“ bei den Männern, die das Follow Up überlebt haben, im Gegensatz zu den verstorbenen Männern keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich ihrer erhöhten Handgriffkraftwerte bei den Überlebensraten ($p < 0,2$) (Pincus et al., 1992, S. 30).

Nach der Altersadjustierung hat sich kein erhöhtes Mortalitätsrisiko durch Krebs bei Männern bei der Studie „physical-strength tests and mortality among visitors to Health-Promotion Centers in Japan“ (Fujita et al., 1995, S.1349) des niedrigen Handgriffkraftlevels im Vergleich mit den Männern des hohen Handgriffkraftlevels bei den physical strength Tests, finden lassen. Das relative Risiko für einen schlechten Handgriffkraftwert lag bei 1,72 (95% CI:0,75-3,95) (Fujita et al., 1995, S. 1355). Das relative Risiko der Mortalität durch kardiovaskuläre Krankheiten der physical strength Tests zeigte bei geringen Handgriffkraftwerten im Vergleich zu hohen Werten nach der

Adjustierung mit Alter, Hautfaldendicke, Blutzucker, totalem Serum Cholesterin, Blutdruck, prozentueller Vitallungenkapazität und dem Raucherstatus keine Signifikanz und erreichte ein relatives Risiko von 3,11 (95% CI:0,56-17,16) für schlechte Handgriffkraftwerte. Auch das relative Mortalitätsrisiko von 1,53 (95% CI:0,54-4,32) durch Krebs zeigte keinerlei Signifikanz (Fujita et al., 1995).

Im Vergleich der 3981 Überlebenden mit den Daten der 2524 Verstorbenen in Hinblick auf die Überlebenswahrscheinlichkeit war Überleben durch die Ergebnisse der Handgriffkraftwerte nicht vorhersehbar, jedoch befanden sich die Werte der Studie „Predictors of healthy aging in men with high life expectancies“ von Reed et al. (1998, S. 1463) am Grenzniveau der Signifikanz.

Männer, die von Rantanen et al. (2000) in der Studie „Muscle strength and Body Mass Index as long-term predictors of mortality in initially healthy men“ (Rantanen et al., 2000, S. M168) untersucht wurden, hatten für die Werte der Handgriffkraft ein relatives Risiko des Todes nach 30 Jahren (voll-adjustiertes Modell) von 1,24 (95% CI:1,11-1,39) im untersten Drittel und 1,14 (95% CI:1,03-1,26) im höchsten Drittel der Handgriffkraft mit dem mittleren Drittel als Referenzgruppe. Im unteren und mittleren Drittel der Handgriffkraft war das adjustierte Mortalitätsrisiko bei der Gruppe mit einem BMI von 20 bis 24,99 kg/m² am niedrigsten. Das adjustierte Mortalitätsrisiko im höchsten Drittel der Handgriffkraft war bei Männern mit einem BMI von ≤ 20 kg/m² am geringsten. Die Differenzen der Risiken bei den Gruppen waren statistisch nicht signifikant (Rantanen et al., 2000).

Katzmarzyk und Craig (2002, S. 742) war es nicht möglich ein ansteigendes all cause Mortalitätsrisiko aufgrund einer niedrigen Handgriffkraft im zweiten Viertel (RR=1,42, 95% CI:0,85–2,37) mit dem vierten Viertel als Referenzgruppe nachzuweisen. Wurden die Studienergebnisse von „Musculoskeletal fitness and risk of mortality“ (Katzmarzyk und Craig, 2002, S. 740) im Modell mit Adjustierung für Alter, Raucherstatus, BM und VO₂max analysiert, so gab es keine Verbindung zwischen dem Risiko zu Sterben und der Handgriffkraft im zweiten (RR=1,42, 95% CI:0,82–2,45) und dritten (RR=1,59, 95% CI:0,95–2,68) Viertel bei Männern, Gruppe vier diente als Referenzgruppe (RR=1) (Katzmarzyk & Craig, 2002, S. 743).

Bei Männern unter 60 Jahren gab es keinen Unterschied bei Handgriffkraft mit beiden Händen ($p=0,06$) zwischen Überlebenden ($102,7 \pm 17,0$ kg) und Verstorbenen ($100,2 \pm 15,7$ kg; $p=0,06$), gemessen bei der Baseline Untersuchung (Metter et al., 2002, S. B361). Die Studie „Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men“ (Metter et al., 2002, S. B359) zeigte auch nach Adjustierung mit Alter, BMI und

Körpergröße und drei Gruppen der körperlichen Aktivität (gering, moderat, hoch) und der Kreatinin Ausscheidung keine Signifikanz ($HR=0,995$, 95% CI:0,986–1,00; $p=0,280$). Nach der Adjustierung mit Alter, BMI und Körpergröße konnte auch kein signifikant erhöhtes Mortalitätsrisiko in Verbindung mit Veränderungen der Muskelkraft bezüglich der Handgriffkraft ($HR=0,997$, 95% CI:0,988–1,00; $p=0,40$) bewiesen werden. Auch im Modell nach Adjustierungen mit Alter, BMI und Körpergröße und drei Gruppen der körperlichen Aktivität ($HR=1,00$, 95% CI:0,970–1,010; $p=1$) oder nach Adjustierung mit Alter, BMI und Körpergröße und drei Gruppen der körperlichen Aktivität, Kreatinin Ausscheidung blieb die Signifikanz nicht aufrecht ($HR=0,005$, 95% CI:0,992–1,02; $p=0,45$). In der Analyse des Abfalls ihrer Muskelkraft zwischen zwei Messungen in kg/Jahr sank die Handgriffkraft nicht in Verbindung mit einem ansteigenden Mortalitätsrisiko, im Gegensatz zu Männern, die keinen hatten. Die Hazard Ratio betrug 1,078 (95% CI:0,817–1,424; $p=0,60$) nach Adjustierung mit Alter, BMI und Körpergröße (Metter et al., 2002, S. B363). Dies wurde weder im Modell nach Adjustierungen mit Alter, BMI und Körpergröße und drei Gruppen der körperlichen Aktivität ($HR=1,200$, 95% CI:0,829–1,736; $p=0,33$) noch nach Adjustierung mit Alter, BMI und Körpergröße und drei Gruppen der physical activity und Kreatinin Ausscheidung signifikant ($HR=1,020$, 95% CI:0,691–1,507; $p=0,92$) (Metter et al., 2002, S. B363).

Die Hazard Ratio der Männer der Studie „Predictors of mortality in 2,249 nonagenarians – The Danish 1905-Cohort Survey“ (Nybo et al., 2003, S. 1365) war fast die gleiche ($HR=1,13$, 95% CI:0,94–1,36 vs. $HR=1,14$, 95% CI:1,01–1,29) wie bei den Frauen. Es konnte aber keine Signifikanz festgestellt werden. Die Variablen der Analyse waren Five-Item ADL Skala, Handgriffkraftviertel in Kilogramm, Chair Stand Test, Mini Mental State Examination, Anzahl der Krankheiten, Bewertung der Gesundheit, selbstberichtete Krankheiten, wie Krebs, kardiovaskuläre oder respiratorische Krankheit und Diabetes mellitus (Nybo et al., 2003, S. 1371).

Eine hohe Handgriffkraft reduzierte in der Studie von Gale et al. (2007, S. 233) „Grip strength, body composition, and mortality“ (Gale et al., 2007, S. 228) das Sterberisiko durch Krebs. Dieses Ergebnis war aber nicht signifikant ($RR=0,73$, 95% CI:0,63–0,85). Auch stand eine bessere Handgriffkraft nicht in Verbindung mit einem reduzierten Mortalitätsrisiko durch respiratorische Krankheiten in der altersadjustierten Analyse ($RR=0,72$, 95% CI:0,60–0,89). Keine der Messungen der Körperkompositionen waren signifikante Vorhersageinstrumente für den Tod durch respiratorische Krankheiten nach der multivariaten Adjustierung, weder eine Altersadjustierung mit FFM ($RR=0,80$, 95% CI:0,63–1,02), mit BF (%) ($RR=0,79$, 95% CI:0,63–0,98) oder dem BMI ($RR=0,80$, 95% CI:0,63–1,01) (Gale et al., 2007, S. 233).

Das multivariat adjustierte relative Mortalitätsrisiko, mit Alter, systolischem Blutdruck, BMI, totalem Cholesterin, Rauchgewohnheiten, Alkoholkonsumation, Strahlungsdosis, stand nicht im Zusammenhang mit jedem fünf Kilogramm Anstieg der Handgriffkraft bei Männern und durch Krebs (RR=0,94, 95% CI:0,88-1,00), Herzkrankheiten (RR=0,85, 95% CI:0,79-0,93), CHD (RR=0,83, 95% CI:0,74-0,94), CH (RR=0,85, 95% CI:0,72-1,01) und Lungenentzündung (RR=0,85, 95% CI:0,75-0,98) in der Studie „Grip strength predicts cause-specific mortality in middle-aged and elderly persons“ (Sasaki et al., 2007, S. 337). Das altersadjustierte relative Risiko des Todes durch Krebs (RR=0,95, 95% CI:0,90-1,01), Herzkrankheiten (RR=0,86, 95% CI:0,79-0,94), CHD (RR=0,85, 95% CI:0,75-0,96), Schlaganfall (RR=0,92, 95% CI:0,84-1,00), CI (RR=0,90, 95% CI:0,79-1,03), CH (RR=0,86, 95% CI:0,73-1,03) und Lungenentzündung (RR=0,83, 95% CI:0,73-0,94) für jeden fünf Kilogramm Anstieg der Handgriffkraft bei Männern standen auch nicht signifikant in Verbindung zueinander (Sasaki et al., 2007, S. 339-340).

In der Studie „Physical fitness and 4-year mortality in an 80-year-old population“ (Takata et al., 2007, S. 851) konnte kein signifikanter Unterschied zwischen überlebenden (alive: 3,9 ± 6,2 kg) und verstorbenen (dead: 28,8 ± 8,7 kg) Männern aufgrund ihrer Handgriffkraft und der kardiovaskulären Mortalität gefunden werden (p=0,1643) (Takata et al., 2007, S. 855).

7.4 Ergebnisse, die bestätigen, dass die Handgriffkraft ein Mortalitätsprädiktor bei Männern ist

Nach einer Geschlechtertrennung und einer Altersadjustierung gab es einen signifikanten Handgriffkraftunterschied zwischen 76 gestorbenen Männern, die Handgriffkraftwerte von 342,1 ± 90,1 mm HG erreichten, im Gegensatz zu der Handgriffkraft von 382,8 ± 83,6 mm HG der 137 überlebenden Männer (Milne & Maule, 1984, S. 44). Die Studie „A longitudinal study of handgrip and dementia in older people“ (Milne & Maule, 1984, S. 42) besagte, dass Männer im Alter von 62 bis 90 Jahren mit einer niedrigeren Handgriffkraft ein signifikant erhöhtes Mortalitätsrisiko besaßen.

Nach der Altersadjustierung gab es ein erhöhtes „death from all causes“ Mortalitätsrisiko bei Männern im niedrigen Handgriffkraftniveau im Vergleich mit den Männern des hohen Handgriffkraftniveau bei den Krafttests, wie Fujita et al. (1995) in ihrer Studie „Physical-strength tests and mortality among visitors to Health-Promotion Centers in Japan“ (Fujita et al., 1995, S. 1349) beschrieben. Das relative Risiko für einen schlechten

Handgriffkraftwert lag bei 1,92 (95% CI:1,16-3,16) (Fujita et al., 1995). Nach der Altersadjustierung konnte ein erhöhtes Mortalitätsrisiko durch kardiovaskuläre Krankheiten bei Männern im niedrigen Handgriffkraftlevel im Vergleich mit den Männern des hohen Handgriffkraftlevels bei den physical strength Tests nachgewiesen werden. Das relative Risiko für einen schlechten Handgriffkraftwert betrug 2,06 (95% CI:0,70-6,04) (Fujita et al., 1996, S. 1355). Nach der Adjustierung mit Alter, Hautfaltendicke, Blutzucker, totalem Serum Cholesterin, Blutdruck, prozentueller Vitallungenkapazität und dem Raucherstatus verblieb das relative all cause Mortalitätsrisiko bei Männern im niedrigen Handgriffkraftlevel im Vergleich mit den Männern des hohen Handgriffkraftlevels bei den physical strength Tests signifikant. Das RR lag bei 2,34 (95% CI:1,19-4,59) für einen schlechten Handgriffkraftwert (Fujita et al., 1995). Für Männer korrelierten die Sterbefälle unabhängig von der Todesursache mit den niedrigen Niveau der muskulären Kraft, Gewandtheit, Schnellkraft und Ausdauer. Der Tod durch kardiovaskuläre Krankheiten wurde auch bewiesen, jedoch nur mit abnehmender Schnellkraft. Nach Adjustierung mit Alter, Hautfaltendicke, Blutzucker, Gesamtserum Cholesterin, Blutdruck, prozentueller Vitallungenkapazität und dem Raucherstatus verblieb der Zusammenhang zwischen Kraft, Gewandtheit und Schnellkraft mit dem Tod unabhängig von der Todesursache bei den Männern signifikant. Die Risikofaktoren, wie eine größere Hautfaltendicke, Bluthochdruck und höhere Level des totalen Serum Cholesterins, bestätigen das Ergebnis, dass diese das relative Mortalitätsrisiko erhöhen (Fujita et al., 1996, S. 1357).

Alle Personen, die keine Krankheit hatten, wurden von Reed et al. (1998) selektiert und mit den anderen Gruppen verglichen. 610 Personen wurden aufgeteilt in die Gruppe 85 Jahre und älter (26%) und 70 bis 74 Jahre (26%). Somit fand ein Vergleich zwischen vier Gruppen der Studienpopulation von „Predictors of healthy aging in men with high life expectancies“ (Reed et al., 2008, S.1463) statt. Die Teilnehmer der Gruppen

1. Illness with impairment (Krankheit mit Beeinträchtigung) mit einer Teilnehmeranzahl von 1279 Männern,
2. Illness without impairment (Krankheit ohne Beeinträchtigung) mit insgesamt 589 Männern und
3. Impairment without Illness (Beeinträchtigung ohne Krankheit), in die 676 Männer eingereiht wurden,

wurden mit der gesunden Gruppe verglichen (Reed et al., 1998). Eine Analyse bestand darin, ob eine Odd Ratio gesund zu bleiben existierte (Reed et al., 1998). Hohe Werte der Handgriffkraft sagten in der ersten Gruppe (OR=2,80, 95% CI:2,06-3,78) voraus, gesund zu bleiben, bzw. gab es eine hohe Odd Ratio gesund zu bleiben durch hohe

Handgriffkraftwerte. Hohe Handgriffkraftwerte in der zweiten Gruppe hingegen sagten nicht voraus gesund zu bleiben (Reed et al., 1998, S. 1466) und in Gruppe drei sagten hohe Werte der Handgriffkraft (OR=3,27, 95% CI:2,33-4,58) voraus gesund zu bleiben (Reed et al., 1998, S. 1466).

Bei „Grip strength changes over 27 yr in Japanese-American men“ von Rantanen et al. (1998, S. 2047) gab es einen signifikanten Unterschied zwischen den Werten der Handgriffkraft (in kg) bei der Baseline Messung zwischen den verschiedenen Altersstufen ($p < 0,001$). Die Männer, die bei der Baseline Messung schon eine hohe Handgriffkraft hatten, behielten diese auch 27 Jahre später bei der Follow-Up Messung ($p < 0,001$ in der altersadjustierten Korrelation) (Rantanen et al., 1998, S. 2049). Bei der ersten Prüfung wurde festgestellt, dass ältere Personen eine signifikant geringere Handgriffkraft als jüngere Personen hatten. Die Altersgruppen waren 45 bis 49, 50 bis 54, 55 bis 59, 60 bis 64 und 65 bis 68 Jahre. Bei der Baseline Messung hatten alle Teilnehmer in allen Altersgruppen, die vor der Follow Up Messung gestorben sind (non-survivors; $n=3594$), eine geringere Handgriffkraft als die überlebenden Männer (survivors, $n=3680$) ($p < 0,012$) (Rantanen et al., 1998, S. 2048).

Im Cox proportionalen Hazard Regressionsmodell mit Adjustierungen für mögliche Störvariablen für das relative Mortalitätsrisiko der Studie „Muscle strength and Body Mass Index as long-term predictors of mortality in initially healthy men“ von Rantanen et al. (2000, S. M168) zeigten die Ergebnisse, wenn die Mortalitätsrisiken in den Gruppen, unterteilt in Handgriffkraftdrittel auf Basis der BMI-Kategorien, verglichen wurden, dass das größte signifikante Mortalitätsrisiko die Personen im unteren Drittel der Handgriffkraft und ein mittleres Risiko die Gruppe im mittleren Handgriffkraftdrittel mit dem höchsten Drittel als Referenzgruppe, hatten. Die Handgriffkraft verblieb als signifikanter Prädiktor auch nach Hinzufügen des BMI im gleichen Modell. Das relative Risiko nach 30 Jahren zu sterben betrug im unteren Drittel der Handgriffkraft 1,26 (95% CI:1,13-1,42) und 1,15 (95% CI:1,04-1,28) im mittleren Drittel, verglichen mit dem höchsten Level der Handgriffkraftdrittel (Rantanen et al., 2000). Am Ende der Studie wurde das Mortalitätsrisiko zwischen den neun Gruppen auf Basis der Handgriffkraft und des BMI verglichen. Es gab einen Gradient bei allen drei BMI Kategorien, dass das Mortalitätsrisiko mit ansteigender Handgriffkraft sank. Eine ansteigende Mortalität wurde in der Gruppe mit der niedrigsten Handgriffkraft gefunden (Rantanen et al., 2000, S. M170-171). Im voll adjustierten Cox proportionalen Hazardazard Regressionsmodell für die Mortalität über einen Zeitraum von 30 Jahren wurde das größte Sterberisiko bei denen gefunden, die entweder untergewichtig (RR=1,36, 95% CI:1,46-1,63) oder übergewichtig (RR=1,39, 95% CI:1,16-1,65) waren und deren Handgriffkraft ins niedrigste Drittel fiel,

verglichen mit der Referenzgruppe der mittleren BMI Kategorie und dem höchsten Drittel der Handgriffkraft (Rantanen et al., 2000). Das adjustierte relative Mortalitätsrisiko für jene, die einen BMI von ≤ 20 kg/m² hatten, lag bei 1,07 (95% CI:0,96-1,21) und für die Teilnehmer mit einem BMI von ≥ 25 kg/m² lag es bei 1,12 (95% CI:1,12-1,42) mit der mittleren Gruppe als Referenzgruppe. Männer mit höchster Handgriffkraft hatten das gleiches Mortalitätsrisiko unabhängig ihres BMI (< 20 kg/m²: RR=0,92, 95% CI:0,66-1,29 und ≥ 25 kg/m²: RR=1,14, 95% CI:0,98-1,32). Bei allen BMI-Kategorien hieß es, dass Personen im unteren Drittel der Handgriffkraft ein um das 20 bis 39% größeres Sterberisiko hatten als jene in der Gruppe der höchsten Handgriffkraftwerte (Rantanen et al., 2000).

Katzmarzyk und Craig (2002, S. 740) wiesen in „Musculoskeletal fitness and risk of mortality“ nach, dass Männer im altersadjustierten Modell ein signifikant ansteigendes all cause Mortalitätsrisiko im niedrigsten (RR=1,67, 95% CI:1,02-2,74) und im dritten Viertel der Handgriffkraft (RR=1,65, 95% CI:1,00-2,71) hatten. Im adjustierten Modell mit Alter, Raucherstatus, BM und VO₂max stand ein 49% Sterberisiko in Verbindung mit einer Handgriffkraft im niedrigen Viertel bei Männern (RR=1,49, 95% CI:0,86-2,59) (Katzmarzyk & Craig, 2002, S. 743).

Wie Stenvinkel et al. (2002, S. 1266) in ihrer Studie „A comparative analysis of nutritional parameters as predictors of outcome in male and female ESRD patients“ beschrieben, hatten gut ernährte Personen (SGA1) eine bessere Handgriffkraft als SGA2 oder SGA3 Personen. Bei den Männern gab es ein signifikantes Ergebnis (42 ± 1 kg vs. 25 ± 2 kg; $p < 0,0001$). Das Alter korrelierte zudem entgegengesetzt signifikant mit der Handgriffkraft bei Männern ($p < 0,0001$). Zudem wurde untersucht, ob die Handgriffkraft mit der Mortalität zusammenhing. Nach einer Geschlechtertrennung war bei Männern die Handgriffkraft ein exzellenter Prädiktor für das Ausbrechen bzw. für Mortalität ($p < 0,0001$) (Stenvinkel et al., 2002, S. 1270). Im unadjustierten Hazard Ratio Modell für das Risiko der Gesamtmortalität bei Patienten, die eine Nierentransplantationstherapie starteten, sank das Risiko signifikant bei Männern ($n=126$) pro Kilogramm Anstieg der Handgriffkraft (HR=0,90; 95% CI:0,87-0,94; $p < 0,0001$) (Stenvinkel et al., 2002). Im adjustierten HR Modell mit Alter, CVD und DM gab es einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Anstieg der Handgriffkraft pro Kilogramm bei Männern und der Überlebenschance (HR=0,93, 95% CI:0,89-0,97; $p < 0,01$) (Stenvinkel et al., 2002).

Al Snih et al. (2002, S. 1250) formten in „Handgrip strength and mortality in older Mexican Americans“ drei verschiedene Analysemodelle. Im ersten altersadjustierten Modell wurde das Mortalitätsrisiko zwischen den Handgriffkraftvierteln der Männer untersucht. Ein signifikantes erhöhtes Todesrisiko wurde bei Männern im niedrigsten Viertel (HR=2,47,

95% CI:1,63-3,73) der Handgriffkraft im Vergleich zum zweiten Viertel (HR=1,71, 95% CI:1,13-2,6), dritten Viertel (HR=1,22, 95% CI:0,77-1,1) und dem höchsten vierten Viertel, welches als Referenzgruppe diente, gefunden (Al Snih et al., 2002, S. 1253). In Modell zwei, in dem die Handgriffkraftviertel einer Adjustierung mit Alter, funktioneller Behinderung und Gehgeschwindigkeit unterzogen wurden, fand man das größte signifikante Todesrisiko in den unteren beiden Vierteln der Handgriffkraft bei den Männern (erstes Viertel: HR=1,85, 95% CI:1,17-2,94; zweites Viertel: HR=1,58, 95% CI:1,01-2,45) verglichen mit dem dritten Viertel (HR=1,17, 95% CI:0,73-1,88) und dem höchsten stärksten vierten Viertel, welches als Referenzgruppe diente (Al Snih et al., 2002, S. 1253). Die Adjustierung mit Alter, funktioneller Behinderung und Gehgeschwindigkeit, medizinischen Gegebenheiten, BMI, und Raucherstatus bei Baseline wurde im dritten Modell zur Analyse des Mortalitätsrisikos zwischen den Handgriffkraftvierteln durchgeführt. Das signifikant größte Todesrisiko fand man in den unteren beiden Vierteln der Handgriffkraft bei den Männern (erstes Viertel: HR=2,1, 95% CI:1,31-3,38; zweites Viertel: HR=1,63, 95% CI:1,04-2,55) im Vergleich zum dritten Viertel (HR=1,3, 95% CI:0,8-2,11) und zum höchsten vierten Viertel, welches als Referenzgruppe diente (Al Snih et al., 2002, S. 1253). Bei den Männern hatte, nach der Adjustierung der Variablen, jeder Anstieg der Handgriffkraft um ein Kilogramm ein 3% niedrigeres Risiko des Sterbens zur Folge (HR=0.97, 95% CI:0.95-0.98) (Al Snih et al., 2002, S. 1253).

Bei Männern älter oder gleich 60 Jahren wurde von Metter et al. (2002, S. B361) ein signifikanter Unterschied der Handgriffkraft, gemessen mit beiden Händen, zwischen überlebenden ($94,6 \pm 15,6$ kg) und verstorbenen ($80,7 \pm 15,3$ kg) Personen zum Zeitpunkt der Baseline Untersuchung gefunden ($p < 0,0001$). Wurden alle Männer der Studie „Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men“ (Metter et al., 2002, S. B359) zusammen analysiert, so wurde ein signifikanter Handgriffkraftunterschied zwischen überlebenden ($102,4 \pm 17,0$ kg) und verstorbenen ($89,1 \pm 18,2$ kg) Personen zum Zeitpunkt der Baseline Untersuchung gefunden ($p = 0,0000$) (Metter et al., 2002, S. B361). Ein Mann, der jünger oder 60 Jahre alt war, hatte ein um 22% höheres Risiko zu sterben, wenn sich seine Handgriffkraft am 25. Perzentil (83 kg für beide Hände gemessen) befand, als ein Mann mit einer Handgriffkraft von 96 kg für beide Hände (Metter et al., 2002, S. B361). In den longitudinalen Veränderungen der Handgriffkraft und Kraft bei allen Männern, Männern älter als oder gleich 60 Jahre und Männern jünger als 60 Jahre, wurden folgende Ergebnisse festgestellt: Bei einer Handgriffkraftmessung über 25 Jahre hinweg mit einer Altersadjustierung gab es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft pro Kilogramm und einem erhöhten Mortalitätsrisiko (RR=0,989, 95% CI:0,984–0,994;

$p < 0,0001$). Die Verbindung bestand für Männer unter 60 Jahren bei ihrer Erstuntersuchung ($RR=0,991$, 95% CI:0,984–0,998; $p < 0,01$) und für Männer älter oder gleich 60 Jahre alt ($RR=0,990$, 95% CI:0,982–0,997; $p < 0,007$). Die Veränderungsrate der Muskelkraft zwischen den Teilnehmern nahm mit steigendem Alter um 0,045 kg pro Jahr signifikant ab ($p < 0,001$) (Metter et al., 2002, S. B361). Wurden alle Männer analysiert, konnte nach der Adjustierung mit Alter, BMI und Körpergröße ein signifikant erhöhtes Mortalitätsrisiko in Verbindung mit Veränderungen der Muskelkraft bezüglich der Handgriffkraft nachgewiesen werden ($HR=0,991$, 95% CI:0,985–0,997; $p=0,004$) (Metter et al., 2002). Die Signifikanz bestand weiter im Modell mit den Adjustierungen Alter, BMI und Körpergröße und den drei Gruppen der körperlichen Aktivität (gering, moderat, hoch) ($HR=0,992$, 95% CI:0,984–0,999; $p=0,035$) (Metter et al., 2002, S. B363). Für alle Männer, die einen Abfall ihrer Muskelkraft zwischen zwei Messungen in kg/Jahr hatten, hieß es, dass die Handgriffkraft in Verbindung mit einem ansteigenden Mortalitätsrisiko, im Gegensatz zu Männern, die keinen hatten, stand. Das Hazard Ratio betrug 1,34 (95% CI:1,11–1,62; $p=0,002$) nach Adjustierung mit dem Alter, BMI und der Körpergröße (Metter et al., 2002, S. B363). Die Signifikanz blieb im Modell mit Adjustierung mit Alter, BMI und Körpergröße und drei Gruppen der körperlichen Aktivität ($HR=1,415$, 95% CI:1,123–1,784; $p=0,003$) und im adjustierten Modell mit dem Alter, BMI, Körpergröße und den drei Gruppen der körperlichen Aktivität, Kreatinin Ausscheidung aufrecht ($HR=1,514$, 95% CI:1,152–1,99; $p=0,003$) (Metter et al., 2002, S. B363). Bei Männern älter als oder gleich 60 Jahre gab es nach der Adjustierung mit dem Alter, BMI und der Körpergröße ein signifikant erhöhtes Mortalitätsrisiko in Verbindung mit Veränderungen der Muskelkraft bezüglich der Handgriffkraft (0,988, 95% CI:0,977–0,999; $p=0,024$) (Metter et al., 2002, S. B363). Die Signifikanz bestand im Modell nach Adjustierungen mit dem Alter, BMI, der Körpergröße und den drei Gruppen der körperlichen Aktivität (0,982, 95% CI:0,967–0,996; $p=0,011$), sowie nach einer weiteren Adjustierung mit der Kreatinin Ausscheidung ($HR=0,980$, 95% CI:0,965–0,995; $p=0,001$) (Metter et al., 2002, S. B363). Gab es einen Abfall ihrer Muskelkraft zwischen zwei Messungen in kg/Jahr, so stand die Handgriffkraft in Verbindung mit einem ansteigenden Mortalitätsrisiko im Gegensatz zu Männern, die keinen hatten. Das Hazard Ratio betrug 1,758 (95% CI:1,315–2,35; $p=0,0000$) nach Adjustierung mit dem Alter, BMI und der Körpergröße (Metter et al., 2002, S. B363). Das gleiche galt sowohl im Modell mit Adjustierungen des Alters, BMI, der Körpergröße und den drei Gruppen unterschiedlicher intensiver körperlicher Aktivität ($HR=0,724$, 95% CI:1,204–2,470; $p=0,003$), wie auch im Modell mit weiterer Adjustierung mit der Kreatinin Ausscheidung ($HR=2,178$, 95% CI:1,38–3,41; $p=0,000$) (Metter et al., 2002, S. B363).

Nybo et al. (2003, S. 1365) haben in der Studie „Predictors of mortality in 2,249 nonagenarians – The Danish 1905-Cohort Survey“ den Nachweis erbracht, dass mit absteigender Funktion der Handgriffkraft das Mortalitätsrisiko signifikant bei Männern anstieg ($p < 0,001$).

Tab.21: Werte der Handgriffkraftviertel bei Männern und das Mortalitätsrisiko von Nybo et al. (2003)

Handgriffkraftviertel Männer	Mortalitätsrisiko pro 100 Personenjahre
Erstes Viertel	14,9 (95% CI:9,5–23,3)
Zweites Viertel	16,2 (95% CI:10,6–24,6)
Drittes Viertel	25,1 (95% CI:17,6–35,7)
Viertes (bestes) Viertel	41,2 (95% CI:31,2–54,4)
Nicht bis zum Ende vollständig ausgeführt	59,4 (95% CI:36,4–97,0)

(mod. n. Nybo et al., 2003, S. 1369)

Die all cause Mortalität war in der Studie „Is grip strength a useful single marker of frailty?“ von Syddall et al. (2003) bei Männern signifikant höher als bei Frauen ($HR=1,88$, 95% CI:1,03–3,43; $p=0,04$). Bei Männern gab es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der all cause Mortalität ($p=0,001$) im univariaten Modell (Syddall et al., 2003, S. 651). Im adjustierten Modell mit der Körpergröße gab es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der all cause Mortalität bei Männern ($p=0,006$) (Syddall et al., 2003).

Zum Zeitpunkt der Baseline Messung unterschied sich die Handgriffkraft der mittleren Lebensphase signifikant zwischen den vier Phänotypen bei Männern in der Studienkohorte von „Midlife risk factors and healthy survival in men“ von Willcox et al. (2006, S. 2343) (alle $p < 0,001$). Im Vergleich zwischen der Gruppe Nonsurvivors und der Gruppe Survivors hatten die Nonsurvivors eine signifikant niedrigere Handgriffkraft im altersadjustierten Odd Ratio Modell für ausgewählte Todesfaktoren als die Survivors. Ihr Mortalitätsrisiko durch eine niedrige Handgriffkraft (unter 39 kg) betrug $OR=1,21$ (95% CI:1,08–1,35; $p < 0,001$) (Willcox et al., 2006, S. 2347). Der Vergleich zwischen den Usual Survivors und Exceptional Survivors (Overall Survivors) ergab kein erhöhtes Mortalitätsrisiko, wenn die Probanden eine Handgriffkraft von unter 39 kg aufwiesen ($OR=1,13$, 95% CI:0,93–1,37; $p=0,22$) (Willcox et al., 2006, S. 2347). Bei dem stufenweisen logistischen Regressionsmodell ausgewählter Todesrisikofaktoren im Alter

von 85 Jahren konnte in der univariaten Analyse ein signifikant erhöhtes Mortalitätsrisiko bei den Nonsurvivors im Gegensatz zu den Survivors aufgrund einer niedrigen Handgriffkraft ($p < 0,001$) bzw. einer Handgriffkraft von unter 39 kg nachgewiesen werden (low grip strength < 39 kg) (OR=1,25, 95% CI:1,11-1,40) (Willcox et al., 2006, S. 2347). Auch im Vergleich zwischen Usual Survivors vs. Exceptional Survivors (Overall Survivors) gab es im stufenweisen Regressionsmodell ausgewählter Todesrisikofaktoren im Alter von 85 Jahren in der univariaten Analyse ein signifikant erhöhtes Mortalitätsrisiko durch eine geringe Handgriffkraft (OR=1,24, 95% CI:1,01-1,52; $p=0,04$) (Willcox et al., 2006).

Gale et al. (2007, 228) fanden in der Studie „Grip strength, body composition, and mortality“ bei Männern heraus, dass eine bessere Handgriffkraft mit einem signifikant reduzierten Risiko der all cause Mortalität in der altersadjustierten Analyse assoziiert werden konnte (RR=0,77, 95% CI:0,68–0,87) (Gale et al., 2007, S. 232). Im multivariaten Modell blieben die Ergebnisse signifikant, auch nach weiteren Adjustierungen mit dem BMI (RR=1,04, 95% CI:0,81–1,32) oder FFM (RR=1,11, 95% CI:0,86–1,43) bzw. Body Fat (RR=1,10, 95% CI:0,86–1,40) oder im Modell, adjustiert mit Alter, Körpergröße, Rauchen, sozialer Klasse, physical activity, Krankheitsstatus am Anfang der Baseline Untersuchung, der Kalorieneinnahme, Gewichtsverlust und Messungen der Körperkomposition als potenzielle Störvariablen (Gale et al., 2007, S. 232). Wie bei der all cause Mortalität gab es im altersadjustierten Modell ein erhöhtes kardiovaskuläres Sterberisiko, wenn die Männer eine niedrige, anstatt eine höhere Handgriffkraft aufwiesen (RR=0,70, 95% CI:0,60–0,82) (Gale et al., 2007, S. 232). Nach multivariater Analyse verblieb ein signifikant erhöhtes kardiovaskuläres Mortalitätsrisiko, wie auch nach einer Altersadjustierung mit FFM (RR=0,71, 95% CI:0,59–0,86), mit BF (%) (RR=0,72, 95% CI:0,60–0,87) oder dem BMI (RR=0,73, 95% CI:0,60–0,89) (Gale et al., 2007, S. 232). Für die Mortalitätsuntersuchung durch Krebs änderte sich nach multivariater Adjustierung mit potenziellen Störvariablen und Messungen der Körperkomposition das Ergebnis und zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und einem erhöhten Mortalitätsrisiko, welches nach einer Altersadjustierung mit FFM (RR=0,81, 95% CI:0,66–0,99), Altersadjustierung mit BF (in %) (RR=0,79, 95% CI:0,65–0,97) und Altersadjustierung mit BMI (RR=0,81, 95% CI:0,66–0,98) ein signifikantes Mortalitätsrisiko bewies (Gale et al., 2007, S. 233). Bei der Mortalität durch respiratorische Krankheiten lag für 1 SD Anstieg der Handgriffkraft das multivariat adjustierte Risiko der all cause Mortalität bei 0,78 (95% CI:0,63-0,95), durch kardiovaskuläre Krankheiten bei 0,73 (95% CI:0,56-0,94) und durch Krebs bei 0,73 (95% CI:0,56-0,95) (Gale et al., 2007, S. 231). Es bestand keine statistische Interaktion zwischen der Handgriffkraft und dem Geschlecht. Die Handgriffkraft konnte als ein Langzeitprädiktor für die Mortalität durch alle Gründe (all

cause), kardiovaskuläre Krankheiten und Krebs bei Männern genutzt werden (Gale et al., 2007).

Ein Abfall der Handgriffkraft war beim Alter und beim Geschlecht bemerkbar. Sie sank bei Männern im Alter von 35 bis 44 Jahren und von 65 bis 74 Jahren um 11,1 kg und im gleichen Zeitraum bei Frauen um 8,8 kg. Auch wurde ein absteigender Trend der Mortalität bei ansteigender Handgriffkraft entdeckt (Sasaki et al., 2007). Das multivariat adjustierte RR (mit Alter, systolischem Blutdruck, BMI, totalem Cholesterin, Rauchgewohnheiten, Alkoholkonsumation und Strahlungsdosis) für Todesursachen mit jedem Grund (all cause), ausgenommen externe Ursachen, veränderte sich nicht bei altersadjustierten Werten ($RR=0,89$, 95% CI:0,86-0,92), jedoch wurde das relative Risiko beim Schlaganfall ($RR=0,90$, 95% CI:0,83-0,99) und beim Gehirnfarkt ($RR=0,90$, 95% CI:0,79-0,96) für jeden fünf Kilogramm Anstieg der Handgriffkraft bei Männern statistisch signifikant (Sasaki et al., 2007, S. 337) in der Studie „Grip strength predicts cause-specific mortality in middle-aged and elderly persons“. Im multivariaten Modell mit Alter, systolischem Blutdruck, BMI, totalen Cholesterin, Rauchgewohnheiten, Alkoholkonsumation und Strahlungsdosis lag das relative Risiko für Mortalität im höchsten Fünftel der Handgriffkraft bei Männern bei 0,52 (95% CI:0,33-0,80) für die Altersgruppe 35 bis 54 Jahre. Für die Altersgruppe 65 bis 74 lag das Risiko bei 0,72 (95% CI:0,53-0,98), welches signifikant niedriger war als in der Vergleichsgruppe. Im multivariaten Modell (mit Alter, systolischem Blutdruck, BMI, totalem Cholesterin, Rauchgewohnheiten, Alkoholkonsumation und Strahlungsdosis) lag das relative Risiko für die Mortalität im niedrigsten Fünftel der Handgriffkraft bei Männern für die Altersgruppe 55 bis 64 Jahre bei 1,38 (95% CI:1,01-1,89) und in der Altersgruppe bei Männern 65 bis 74 Jahre bei 1,38 (95% CI:1,01-1,88) und war signifikant höher als in der Referenzgruppe (Sasaki et al., 2007). Im altersadjustierten Modell betrug das relative Todesrisiko durch alle Todesursachen, ausgenommen externe Todesursachen für jeden fünf Kilogramm Anstieg der Handgriffkraft bei Männern 0,89 (95% CI:0,86-0,92) und war signifikant niedrig (Sasaki et al., 2007, S. 339-340).

Hinsichtlich der totalen Mortalität unterschieden sich die Handgriffkraftwerte zwischen den lebenden (alive: $32,4 \pm 6,0$ kg) und verstorbenen (dead: $29,6 \pm 7,4$ kg) Männern ($p=0,006$), wie auch bei der Mortalität durch eine Lungenentzündung der lebenden (alive: $32,0 \pm 6,3$ kg) und verstorbenen (dead: $28,5 \pm 6,5$ kg) Männer ($p=0,0436$) und bei der Krebs Mortalität lebenden (alive: $32,1 \pm 6,1$ kg) und verstorbenen (dead: $28,0 \pm 6,44$ kg) ($p=0,0125$) Männer in der Studie von Takata et al. (2007, S. 851) „Physical fitness and 4-year mortality in an 80-year-old population“, signifikant.

Die Ergebnisse der Handgriffkraftmessungen lieferten signifikante Unterschiede zwischen Teilnehmern, die gestorben sind, und denen, die die Follow Up Periode überlebt haben. Bei der adjustierten Analyse für Geschlechterunterschiede gab es folgende Ergebnisse.

Tab.22: Handgriffkraftwerte der lebenden und verstorbenen Männer von Takata et al. (2011)

Handgriffkraft (kg)	Alive (n=36)	Dead (n=45)	p-Wert
singlehand, right	28,7 ± 6,9	24,5 ± 5,6	≤0,004
singlehand, left	26,8 ± 6,1	23,2 ± 5,5	≤0,007
bothhands, right	28,5 ± 7,3	24,7 ± 5,9	≤0,013
bothhands, left	26,1 ± 6,2	22,7 ± 5,4	≤0,012

(mod. n. Takata et al., 2011, S. 30)

Alle Varianten der Handgriffkraftmessungen zwischen Personen, die das Follow Up der Studie „Physical fitness and 6.5-year mortality in an 85-year-old community-dwelling population“ von Takata et al. (2011, S. 28), überlebten, und den Verstorbenen unterschieden sich signifikant. Die verstorbenen Personen hatten eine signifikant niedrigere Handgriffkraft.

7.5 Ergebnisse, die nicht bestätigen, dass die Handgriffkraft ein Mortalitätsprädiktor bei Frauen ist

Bei Shibata et al. (1992) gab es keinen Zusammenhang im multivariaten Regressionsmodell bei Frauen zwischen dem all cause Mortalitätsrisiko und der Handgriffkraft $RR=0,95$ (95% CI:0,87-1,16), welcher im Gegensatz zum vorher gemessenen univariaten Modell in der Studie „Predictors of all-cause mortality between ages 70 and 80: the Koganei Study“ signifikant war (Shibata et al., 1992, S. 283).

Fujita et al. (1995) fanden nach einer Altersadjustierung bei Frauen keinen Zusammenhang zwischen einem erhöhten Mortalitätsrisiko und der Handgriffkraft im geringen Handgriffkraftlevel im Vergleich zum hohen Level. Das relative Risiko zu sterben (unabhängig von der Todesursache) lag bei 0,84 (95% CI:0,38-1,86) und für Mortalität durch Krebs bei 0,88 (95% CI:0,24-3,21) für einen niedrigen Handgriffkraftwert. Der Test war bei „Physical-strength tests and mortality among visitors to Health-Promotion Centers

in Japan“ (Fujita et al., 1995, S. 1349) für die Mortalität durch kardiovaskuläre Krankheiten nicht durchführbar. Nach der Adjustierung mit dem Alter, der Hautfaltendicke, dem Blutzucker, dem totalen Serum Cholesterin, Blutdruck, prozentueller Vitallungenkapazität und dem Raucherstatus wies das relative all cause Mortalitätsrisiko einen Wert von 0,59 (95% CI:0,18-1,91) auf und das relative Risiko für die Mortalität durch Krebs lag bei 0,27 (95% CI:0,03-2,77) bei Frauen im niedrigen Handgriffkraftlevel im Vergleich mit den Frauen des hohen Handgriffkraftniveaus bei Krafttests. Diese Ergebnisse waren statistisch nicht signifikant. Die Bestimmung des relativen Risikos der Mortalität durch kardiovaskuläre Krankheiten bei Frauen war nicht durchführbar (Fujita et al., 1995). Bei den Frauen konnte kein Zusammenhang zwischen den all cause Sterbefällen mit den niedrigen Leveln der muskulären Kraft, Gewandtheit, Schnellkraft und Ausdauer festgestellt werden (Fujita et al., 1995).

In der Studie „Musculoskeletal fitness and risk of mortality“ von Katzmarzyk und Craig (2002, S. 740) gab es kein signifikantes all cause Mortalitätsrisiko aufgrund der Handgriffkraft bei Frauen im altersadjustierten Modell. Keine der vier Gruppen zeigte eine Signifikanz an (erste Gruppe: RR=1,14, 95% CI:0,65–2,01; zweite Gruppe: RR=0,87, 95% CI:0,48–1,59; dritte Gruppe: RR=1,23, 95% CI:0,70–2,17; vierte Gruppe: RR=1,00 (Referenzgruppe)). Die Messung der Handgriffkraft konnte nicht als Vorhersageinstrument der Mortalität bei Frauen genutzt werden (Katzmarzyk & Craig, 2002, S. 742). Im Modell mit Adjustierungen für das Alter, den Raucherstatus, BM und VO₂max stand in keiner Gruppe ein erhöhtes Risiko zu sterben in Verbindung mit der Handgriffkraft (erste Gruppe: RR=1,08, 95% CI:0,58–1,99; zweite Gruppe: RR=0,82, 95% CI:0,44–1,56; dritte Gruppe: RR=1,25, 95% CI:0,70–2,23 und vierte Gruppe: RR=1,00 (Referenzgruppe)). Somit war die Handgriffkraft nicht signifikant mit der all cause Mortalität bei Frauen verbunden (Katzmarzyk & Craig, 2002, S. 743).

Stenvinkel et al. (2002, S. 1270) untersuchten, ob die Handgriffkraft mit der Mortalität zusammenhing. Nach einer Geschlechtertrennung war bei Frauen die Handgriffkraft kein Prädiktor für das Ausbrechen ($p < 0,0001$) bzw. Mortalität in der Studie „A comparative analysis of nutritional parameters as predictors of outcome in male and female ESRD patients“ (Stenvinkel et al., 2002, S. 1266). Im unadjustierten Hazard Ratio Modell für das Risiko der gesamt Mortalität bei Patient/innen, die eine Nierentransplantationstherapie starteten, gab es keinen Zusammenhang zwischen dem Mortalitätsrisiko bei Frauen ($n=80$) und dem Anstieg der Handgriffkraft pro Kilogramm (HR=0,94, 95% CI:0,80-1,01; p =nicht signifikant). Im adjustierten HR Modell mit Alter, CVD und DM gab es auch keinen Zusammenhang zwischen dem Anstieg der Handgriffkraft pro Kilogramm bei Frauen

HR=0,97 (95% CI:0,90-1,04; p=nicht signifikant) und einem ansteigenden Mortalitätsrisiko (Stenvinkel et al., 2002).

Rantanen et al. (2003) konnten keinen signifikanten Zusammenhang im unadjustierten Modell zwischen den Handgriffkraftdritteln und einem erhöhten Mortalitätsrisiko durch Krebs ($p=0,829$) bei Frauen in der Studie „Handgrip strength and cause-specific and total mortality in older disabled women: exploring the mechanism“ (Rantanen et al., 2003, S. 3) nachweisen.

Bei Männern und Frauen in der Studie „Is grip strength a useful single marker of frailty?“ (Syddall et al., 2003, S. 409) war die mittlere Handgriffkraft bei Männern (38,3 kg) signifikant höher als bei Frauen (22,5 kg) und verringerte sich signifikant mit steigendem Alter bei Männern ($p=0,002$) und Frauen ($p=0,0007$) (Syddall et al., 2003). Im univariaten Modell wurde bei Frauen kein Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der all cause Mortalität gefunden ($p=0,54$) (Syddall et al., 2003, S. 651). Im adjustierten Modell mit der Körpergrößen gab es auch keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der all cause Mortalität bei Frauen ($p=0,4$) (Syddall et al., 2003).

Rollan et al. (2006, S. 113) fanden in der Studie „Physical performance measures as predictors of mortality in a cohort of community-dwelling older french women“ heraus, dass die Handgriffkraft nicht signifikant mit einem Mortalitätsrisiko bei nicht-behinderten Frauen der Kohorte zusammenhängend war ($p=0,7$). Auch konnte nach einer Adjustierung mit den Störvariablen Pfeiferscher Kognitionstest, Rauchen, subjective health self assessment, Übergewicht, unfähig nach draußen zu gehen und einem Krankenhausaufenthalt, kein Zusammenhang zwischen den Handgriffkraftdritteln mit der höchsten Handgriffkraftgruppe als Referenzgruppe nachgewiesen werden ($p=0,65$) (Rollan et al., 2006, S. 116). Keines der simplen Messverfahren reichte aus, um die Grenze zur Mortalität über das ganze Spektrum hervorzusagen (Rollan et al., 2006, S. 119). Für den Balancetest, den repeated chair stands und die Handgriffkraft ließ sich vermuten, dass eine untere Grenze der Leistungen genutzt werden kann, um den Tod vorher zu sagen (Rollan et al., 2006, S. 119). Gute Ergebnisse bei der Handgriffkraft, SPBB und Gehgeschwindigkeit reduzierten das Mortalitätsrisiko, standen aber immer noch signifikant mit einem erhöhten Risiko im Zusammenhang. Eine physische Messung alleine reichte aber nicht aus, um die Mortalität vorhersagen zu können (Rollan et al., 2006, S. 120).

Das Sterberisiko durch Krebs bei Frauen war durch eine höherer Handgriffkraft reduziert, aber laut Gale et al. (2007, S. 228) in der Studie „Grip strength, body composition, and mortality“ nicht signifikant ($RR=0,79$, 95% CI:0,63–0,99). Nach multivariater Adjustierung

mit potenziellen Störvariablen und Messungen der Körperkomposition zeigte die Analyse keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und einem erhöhten Mortalitätsrisiko durch Krebs, weder nach einer Altersadjustierung mit FFM (RR=1,03, 95% CI:0,76–1,38), noch nach einer Altersadjustierung mit BF (in %) (RR=1,28, 95% CI:0,89–1,83) oder einer Altersadjustierung mit BMI (RR=1,18, 95% CI:0,83–1,68) (Gale et al., 2007, S. 233). Eine bessere Handgriffkraft stand zudem nicht in Verbindung mit einem reduzierten Mortalitätsrisiko durch respiratorische Krankheiten in der altersadjustierten Analyse (RR=0,72, 95% CI:0,53–0,99) (Gale et al., 2007, S. 233). Keine der Messungen der Körperkompositionen waren signifikante Vorhersageinstrumente für den Tod durch respiratorische Krankheiten nach den multivariaten Adjustierungen. Weder eine Altersadjustierung mit FFM (RR=1,16, 95% CI:0,74–1,81), mit BF (%) (RR=1,04, 95% CI:0,67–1,59) oder dem BMI (RR=1,01, 95% CI:0,67–1,54) (Gale et al., 2007, S. 233). Es bestand kein Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und Mortalität bei Frauen (Gale et al., 2007).

Das altersadjustierte relative Risiko des CHD Todes für jeden fünf Kilogramm Anstieg der Handgriffkraft bei Frauen war bei „Grip strength predicts cause-specific mortality in middle-aged and elderly persons“ von Sasaki et al. (2007, S. 337) nicht signifikant (RR=0,90, 95% CI:0,76-1,06). Genauso wenig konnte ein Zusammenhang zwischen Krebs (RR=1,00, 95% CI:0,91-1,09), CHD (RR=0,90, 95% CI:0,76-1,06), CH (RR=0,83, 95% CI:0,66-1,05) oder einer Lungenentzündung (RR=0,86, 95% CI:0,73-1,03) nachgewiesen werden (Sasaki et al., 2007, S. 339-340). Das multivariat adjustierte relative Risiko mit Alter, systolischem Blutdruck, BMI, totalem Cholesterin, Rauchgewohnheiten, Alkoholkonsumation und Strahlungsdosis) des Todes durch CHD (RR=0,88, 95% CI:0,75-1,04), Krebs (RR=0,99, 95% CI:0,90-1,08), CH (RR=0,80, 95% CI:0,63-1,02) oder durch eine Lungenentzündung (RR=0,87, 95% CI:0,73-1,04) für jeden fünf Kilogramm Anstieg der Handgriffkraft war bei Frauen nicht signifikant (Sasaki et al., 2007, S. 340).

Takata et al. (2007, S. 851) entdeckten keinen Unterschied zwischen den Handgriffkraftwerten der Frauen, die überlebten (alive: 20,9 ± 4,1 kg) und verstorben sind (dead: 19,6 ± 2,9 kg) mit der Mortalität durch eine Lungenentzündung (p=0,4625), Krebs (alive: 20,9 ± 4,1 kg vs. dead: 20,8 ± 3,6 kg; p=0,9125) oder kardiovaskuläre Krankheiten (alive: 21,0 ± 4,1 kg vs. dead: 19,9 ± 3,6 kg; p=0,3343) bei „Physical fitness and 4-year mortality in an 80-year-old population“. Die multivariate Cox Analyse der physical fitness Messungen, wie die der Handgriffkraft, ergab auch kein erhöhte Risiko der totalen Mortalität (HR=0,97; 95% CI:0,93–1,02), Mortalität durch kardiovaskuläre Krankheiten (HR=0,98, 95% CI:0,89–1,07), Krebs (HR=0,98; 95% CI:0,90–1,07) und

Lungenentzündung (HR=0,93; 95% CI:0,84–1,03), adjustiert mit Geschlecht, Raucherstatus, BMI, SBP, Ehestatus, Level des totalen Serum Cholesterins und Glukose und Komplikationen mit vorherigen Krankheiten mit dem 80. Lebensjahr durch eine niedrige Handgriffkraft (Takata et al., 2007, S. 855). Auch die multivariate Cox Analyse ohne Adjustierungen zwischen den Messungen der körperlichen Fitness, wie die der Handgriffkraft, ergab kein erhöhtes Risiko der totalen Mortalität (HR=0,99; 95% CI:0,96–1,02) und Mortalität durch kardiovaskuläre Krankheiten (HR=0,95; 95% CI:0,90–1,02), Krebs (HR=1,00; 95% CI:0,95–1,06) und Lungenentzündung (HR=1,02; 95% CI:0,96–1,08) durch eine niedrige Handgriffkraft (Takata et al., 2007, S. 855).

Die Ergebnisse von Takata et al. (2011, S. 28) aus der Studie „Physical fitness and 6.5-year mortality in an 85-year-old community-dwelling population“ lieferten bei den Handgriffkraftmessungen keine signifikanten Unterschiede zwischen Teilnehmerinnen, die gestorben sind und denen, die die Follow Up Periode überlebt haben. Bei der adjustierten Analyse für Geschlechterunterschiede gab es folgende Ergebnisse.

Tab.23: Handgriffkraftwerte der lebenden und verstorbenen Frauen von Takata et al. (2011)

Handgriffkraft (kg)	Alive (n=79)	Dead (n=31)	p-Wert
singlehand, right	17,4 ± 3,3	16,1 ± 4,9	p≤0,123
singlehand, left	16,5 ± 3,9	15,3 ± 4,4	p≤0,167
bothhands, right	17,2 ± 3,2	16,2 ± 4,7	p≤0,186
bothhands, left	15,8 ± 3,8	14,4 ± 4,3	p≤0,098

(mod. n. Takata et al., 2011, S. 30)

Alle Varianten der Handgriffkraftmessungen zwischen Frauen, die das Follow Up überlebten und den verstorbenen sind unterschieden sich nicht signifikant. Die verstorbenen Personen hatten zwar eine niedrigere Handgriffkraft, der Unterschied war aber nicht signifikant (Takata et al., 2011).

7.6 Ergebnisse, die bestätigen, dass die Handgriffkraft ein Mortalitätsprädiktor bei Frauen ist

Nach einer Geschlechtertrennung und einer Altersadjustierung haben Milne und Maule (1984, S. 42) einen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Handgriffkraft zwischen 59 verstorbenen Frauen, die Werte von $203,6 \pm 63,6$ mm HG erreichten, im Gegensatz zu der Handgriffkraft von $229,5 \pm 67,4$ mm HG der 211 überlebenden Frauen gefunden. D.h. Frauen der Studie "A longitudinal study of handgrip and dementia in older people" mit einer niedrigeren Handgriffkraft im Alter von 62 bis 90 Jahren besaßen ein signifikant erhöhtes Mortalitätsrisiko.

Die maximale Handgriffkraft in Kilogramm zwischen den 69 überlebenden (survivors) und elf verstorbenen (deaths) Frauen unterschied sich signifikant ($p < 0,01$) bei der Studie „Grip strength, mental performance and nutritional status as indicators of mortality risk among female geriatric patients“ (Phillips, 1984, S. 53). Die Survivors wiesen eine Handgriffkraft von 0 bis 24 kg mit einem Median von elf Kilogramm auf, wobei die Verstorbenen (death) nur eine Griffkraft von null bis neun Kilogramm mit einem Median von null Kilogramm erlangten. Im Beobachtungszeitraum verstorbene weibliche Personen hatten signifikant geringere Handgriffkraftswerte als überlebende Personen ($p < 0,01$). Eine maximale Handgriffkraft von ≥ 5 kg unterschied Patientinnen, die überlebten, von denen, die im Beobachtungszeitraum gestorben sind (true positive ratio 0,81, true negative ratio 0,92). Ein Wilcoxon two sample Test wurde genutzt, um die Ergebnisse der Handgriffkraft Messungen bei den 35 älteren Frauen der Kontrollgruppe zu vergleichen. Die gesunde Kontrollgruppe hatte eine signifikant größere Handgriffkraft als die Patientinnen ($p < 0,01$). Zudem war die maximale Handgriffkraft bei verstorbenen Frauen niedriger. Eine Handgriffkraft von weniger oder gleich fünf Kilogramm bedeutete ein erhöhtes Mortalitätsrisiko zu besitzen. Eine geringe Handgriffkraft hing wahrscheinlich mit einer Mangelernährung und mentaler Beeinträchtigung zusammen (Phillips, 1984).

Im univariaten Regressionsmodell bei Frauen gab es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und einem ansteigenden all cause Mortalitätsrisiko nach zehn Jahren ($RR=0,62$, 95% CI:0,46-0,83; $p < 0,01$) in der Studie „Predictors of all-cause mortality between ages 70 and 80: the Koanei Study“, so Shibata et al. (1992, S. 283).

Pincus et al. (1994, S. 26) fanden bei 75 Frauen, die das Follow Up der Studie „Prediction of long term mortality in patients with rheumatoid arthritis according to simple questionnaire and joint count measures“ überlebten, im Gegensatz zu den verstorbenen

Frauen, signifikante Unterschiede hinsichtlich ihrer erhöhten Handgriffkraftwerte bei den Überlebensraten ($p=0,04$).

Gut ernährte Personen (SGA1) hatten eine bessere Handgriffkraft als SGA2 oder SGA3 Personen. Bei den Frauen gab es ein signifikantes Ergebnis von 29 ± 2 vs. 20 ± 1 kg ($p<0,05$). Bei Frauen korrelierte das Alter zudem entgegengesetzt signifikant mit der Handgriffkraft ($p<0,01$) bei „A comparative analysis of nutritional parameters as predictors of outcome in male and female ESRD patients“ (Stenvinkel et al., 2002, S. 1266).

Bei Al Snih et al. (2002) wurde im ersten altersadjustierten Modell das Mortalitätsrisiko zwischen den Handgriffkraftvierteln der Frauen untersucht. Ein signifikantes Gefälle für ein erhöhtes Todesrisiko wurde bei Frauen im niedrigsten Viertel ($HR=1,91$, 95% CI:1,22-3,01) der Handgriffkraft, verglichen mit dem höchsten Viertel gefunden. Das dritte Viertel hatte eine HR von 1,53 (95% CI:0,97-2,44) im Vergleich zum stärksten vierten Viertel des weiblichen Teils der Studienpopulation der Studie „Handgrip strength and mortality in older Mexican Americans“ (Al Snih et al., 2002, S. 1250). Im zweiten Modell, in dem die Handgriffkraftviertel einer Adjustierung mit Alter, funktioneller Behinderung und Gehgeschwindigkeit unterzogen wurden, fand man das größte signifikante Todesrisiko im unteren Viertel der Handgriffkraft bei den Frauen (erstes Viertel: $HR=2,00$, 95% CI:1,22-3,26), im Vergleich zum zweiten Viertel ($HR=1,45$, 95% CI:0,89-2,37), dritten Viertel ($HR=1,43$, 95% CI:0,89-2,31) und dem höchsten vierten Viertel, welches als Referenzgruppe diente (Al Snih et al., 2002, S. 1253). Im dritten Analysemodell mit den Adjustierungen Alter, funktionelle Behinderung und Gehgeschwindigkeit, medizinische Gegebenheiten, BMI, und Raucherstatus zum Zeitpunkt der Baseline wurde geprüft, ob ein Mortalitätsrisiko zwischen den Handgriffkraftvierteln bestand. Das signifikant größte Todesrisiko fanden Al Snih et al. (2002, S. 1253) im untersten Viertel der Handgriffkraft bei den Frauen (erstes Viertel: $HR=1,76$, 95% CI:1,05-2,93) im Vergleich zum zweiten Viertel ($HR=1,36$, 95% CI:0,82-2,25), dritten Viertel ($HR=1,45$, 95% CI:0,89-2,37) und dem höchsten vierten Viertel, welches als Referenzgruppe diente. Bei Frauen hatte, nach der Adjustierung der Variablen, jeder Anstieg der Handgriffkraft um ein Kilogramm ein 3% niedrigeres Risiko des Sterbens zur Folge ($HR=0,97$, 95% CI:0,94-0,99) (Al Snih et al., 2002, S. 1253).

Rantanen et al. (2003, S. 636) hatten in der Studienpopulation von „Handgrip strength and cause-specific and total mortality in older disabled women: exploring the mechanism“ einen signifikanten Zusammenhang zwischen niedriger Handgriffkraft und dem Alter zwischen den verschiedenen Handgriffkraftgruppen gefunden ($p<0,001$).

Tab.24: Handgriffkraftgruppen der Frauen von Rantanen et al. (2003)

Handgriffkraftgruppe	Teilnehmerinnenanzahl (n)	Alter (Jahre)
Niedrigste	345	82,0 ± 7,6
Mittlere	276	78,2 ± 7,8
Höchste	298	73,8 ± 6,4

(mod. n. Rantanen et al., 2003, S. 638)

Im unadjustierten Modell gab es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Höhe der Handgriffkraftdrittel in Bezug auf eine spezifische Mortalität und all cause Mortalität ($p < 0,001$). Ein ansteigendes Risiko für kardiovaskuläre, respiratorische und andere Krankheiten (nicht CVD, nicht Krebs, nicht respiratorische) und totaler Mortalität ist gefunden worden, wobei die höchste Mortalitätsrate im niedrigsten Drittel der Handgriffkraft nachgewiesen wurde. Das unadjustierte relative Risiko der CVD Mortalität lag im niedrigsten bei 3,2 (95% CI: 2,00–5,14) und im mittleren bei 1,88 (95% CI: 1,11–3,21) versus dem höchsten Drittel der Handgriffkraft und war mit einem P-Wert von $< 0,001$ signifikant. Das unadjustierte relative Risiko für die Mortalität durch respiratorische Krankheiten betrug 2,39 (95% CI: 1,09–5,20) im niedrigen Handgriffkraftdrittel und 1,00 (95% CI: 0,37–2,71) im mittleren versus dem höchsten Handgriffkraftdrittels und wies ein signifikantes Mortalitätsrisiko auf ($p = 0,021$). Es bestand ein signifikantes Mortalitätsrisiko, verursacht durch andere Krankheiten (nicht CVD, respiratorische Krankheit oder Krebs) in der unadjustierten Analyse im niedrigen ($RR = 1,21$, 95% CI: 0,68–2,19) und im mittleren ($RR = 1,21$, 95% CI: 0,68–2,19) Handgriffkraftdrittel verglichen mit dem höchsten Handgriffkraftdrittel ($p < 0,001$). Um die Mechanismen erklären zu können, denen die Verbindung zwischen Mortalität und Handgriffkraft unterliegt, fügten Rantanen et al. (2003) Kovariaten hinzu. Diese Analyse wurde nur bei den Modellen der CVD und totalen Mortalität durchgeführt. Nach Adjustierung mit Alter, Rasse und Körpergewicht sank das relative Risiko für den Tod durch CVD auf 2,17 (95% CI: 1,26–3,73) im niedrigen Handgriffkraftdrittel und auf 1,56 (95% CI: 0,89–2,71) im mittleren Handgriffkraftdrittel mit dem höchsten Drittel als Referenz. Weitere Adjustierungen mit dem Raucherstatus, Entzündungsmarkern, Krankheiten, Ernährungsstatus und der körperlichen Aktivität haben das Ergebnis nicht weiter verändert. Für die all cause Mortalität gab es ähnliche Ergebnisse: Zusätzliche Adjustierungen mit Alter, Rasse und Körpergewicht ließen das relative Risiko weiter sinken. Diese Studie zeigte, dass die Handgriffkraft direkt mit der Mortalität durch andere Krankheiten (nicht CVD, respiratorische Krankheit oder Krebs), respiratorische Krankheit, der CVD Mortalität und totaler all cause Mortalität zusammenhing. Der pathophysische Prozess in Verbindung mit dem Tod durch

allgemeine Krankheiten in Verbindung mit Entzündungen, schlechtem Ernährungsstatus, körperlicher Inaktivität und Depressionen erklärte in dieser Studie nicht die Verbindung zwischen der Handgriffkraft und Mortalität (Rantanen et al., 2003).

Mit absteigender Funktion der Handgriffkraft stieg das Mortalitätsrisiko signifikant bei Frauen in der Studie „Predictors of mortality in 2,249 nonagenarians – The Danish 1905-Cohort Survey“ an ($p < 0,001$) (Nybo et al., 2003, S. 1365). Bei Adjustierungen mit allen Variablen war eine geringe Handgriffkraft ein signifikanter Prädiktor der Mortalität ($HR=1,14$, 95% CI:1,01–1,29) (Nybo et al., 2003, S. 1371). Die verwendeten Variablen von Nybo et al. (2003, S. 1371) waren die Five-Item ADL Skala, Handgriffkraftviertel, Chair Stand Test, Mini Mental State Examination Kategorien, Anzahl der Krankheiten, Beurteilung der eigenen Gesundheit, selbstberichtete Krankheiten bei Krebs kardiovaskuläre oder respiratorische Krankheiten und Diabetes mellitus. In der Studie „physical performance measures as predictors of mortality in a cohort of community-dwelling older french women“ war beim Drittel mit niedriger Handgriffkraft die Mortalität signifikant höher als im hohen Drittel ($HR=1,47$, 95% CI:1,18-2,83; $p < 0,05$) (Rollan et al., 2006, S. 116). Im Modell ohne und mit Adjustierung gab es vom niedrigen zum hohen Drittel der Handgriffkraft einen signifikanten Trend, dass die Handgriffkraft in Zusammenhang mit der Mortalität stand (p als Trend=0,01), so Rollan et al. (2006, S. 116). Für den Balancetest, den repeated chair stands und die Handgriffkraft ließ sich vermuten, dass eine untere Grenze der Leistungen genutzt werden konnte, um den Tod vorhersagen zu können (Rollan et al., 2006, S. 119). Gute Ergebnisse bei der Handgriffkraft, SPBB und Gehgeschwindigkeit reduzierten das Mortalitätsrisiko, standen aber immer noch signifikant mit einem erhöhten Risiko im Zusammenhang. Eine physische Messung alleine reichte aber nicht aus, um die Mortalität vorhersagen zu können (Rollan et al., 2006, S. 120).

Tab.25: Handgriffkraftviertel der Frauen und das Mortalitätsrisiko von Nybo et al. (2003)

Handgriffkraftviertel Frauen	Mortalitätsrisiko pro 100 Personenjahre
Erstes Viertel	7,2 (95% CI:4,9–10,6)
Zweites Viertel	10,3 (95% CI:7,4–14,2)
Drittes Viertel	15,6 (95% CI:11,7–20,8)
Viertes (bestes) Viertel	25,8 (21,0–31,7)
Nicht bis zum Ende vollständig ausgeführt	30,7 (95% CI:22,8–41,4)

(mod. n. Nybo et al., 2003, S. 1369)

Bei der Frauenkohorte der Studie „Grip strength, body composition, and mortality“ (Gale et al., 2007, S. 228) wurde eine bessere Handgriffkraft mit einem signifikant reduzierten Risiko der Mortalität from all causes bei der altersadjustierten Analyse assoziiert (RR=0,81, 95% CI:0,67–0,97) (Gale et al., 2007, S. 232). Im multivariaten Modell blieben die Ergebnisse signifikant, auch nach weiteren Adjustierungen mit dem BMI (RR=0,81, 95% CI:0,70–0,95) oder inklusive FFM (RR=0,81, 95% CI:0,69–0,94) bzw. Body Fat (RR=0,81, 95% CI:0,70–0,94) (Gale et al., 2007, S. 232). Wie bei der all cause Mortalität gab es im altersadjustierten Modell ein erhöhtes kardiovaskuläres Sterberisiko, wenn die Frauen eine niedrige anstatt eine höhere Handgriffkraft aufwiesen (RR=0,79, 95% CI:0,63–0,99) (Gale et al., 2007, S. 232). Nach multivariater Analyse verblieb ein signifikant erhöhtes kardiovaskuläres Mortalitätsrisiko, wie auch nach einer Altersadjustierung mit FFM (RR=1,03, 95% CI:0,76–1,38), mit BF (%) (RR=1,09, 95% CI:0,82–1,45) oder dem BMI (RR=1,02, 95% CI:0,77–1,36) (Gale et al., 2007, S. 232).

Das altersadjustierte relative Risiko des Todes durch alle Todesursachen, ausgenommen externe Todesursachen, für jeden fünf Kilogramm Anstieg der Handgriffkraft bei Frauen war in der Studie von Sasaki et al. (2007, S. 337) „Grip strength predicts cause-specific mortality in middle-aged and elderly persons“ signifikant niedrig (RR=0,89, 95% CI:0,84–0,93). Das altersadjustierte relative Risiko für Herzkrankheiten (RR=0,82, 95% CI:0,84–0,01), Schlaganfall (RR=0,87, 95% CI:0,78–0,97) und Gehirnfarkt (RR=0,81, 95% CI:0,68–0,97) war entsprechend signifikant. Im multivariaten Modell mit Alter, systolischem Blutdruck, BMI, totalen Cholesterin, Rauchgewohnheiten, Alkoholkonsumation und Strahlungsdosis, lag das relative Risiko für die Mortalität im niedrigsten Fünftel der Handgriffkraft bei Frauen (35 bis 54 Jahre) bei 1,39 (95% CI:1,02–1,90) und im Alter von 65 bis 74 Jahren bei 1,54 (95% CI:1,20–1,98) und war signifikant höher als in der Vergleichsgruppe. Das multivariat adjustierte relative Risiko mit Alter, systolischem Blutdruck, BMI, totalem Cholesterin, Rauchgewohnheiten, Alkoholkonsumation und Strahlungsdosis für all cause Todesursachen, ausgenommen externe Ursachen, betrug 0,87 (95% CI:0,83–0,92), für Herzkrankheiten 0,80 (95% CI:0,72–0,88), Schlaganfall 0,85 (95% CI:0,76–0,95) und Gehirnfarkt 0,80 (95% CI:0,68–0,96) für jeden fünf Kilogramm Anstieg der Handgriffkraft bei Frauen. All diese Werte waren signifikant niedrig (Sasaki et al., 2007, S. 340).

Es bestand ein signifikanter Unterschied zwischen den Handgriffkraftwerten von Frauen, die die vier Jahre Follow Up der Studie „Physical fitness and 4-year mortality in an 80-year-old population“ (Takata et al., 2007, S. 851) überlebten (alive: 21,1 ± 4,0 kg) versus denen, die gestorben sind (dead: 19,4 ± 4,3 kg) bei der totalen Mortalität (Takata et al., 2007).

Xue et al. (2010) wiesen einen generellen Trend in der Abnahme der Handgriffkraft bei Frauen nach.

Tab.26: Handgriffkraftwerte der Frauen im Zeitverlauf von Xue et al. (2010)

n, Mean +/- Standard Deviation		
Study Visit	Anzahl (n)	Grip Strength (kg)
Baseline	306	23,5 ± 5,0
Jahr 1,5	292	22,3 ± 4,6
Jahr 3	295	18,5 ± 3,9
Jahr 6	244	18,7 ± 4,6
Jahr 7,5	204	17,4 ± 4,7
Jahr 9	206	17,1 ± 4,9
Jahr 10,5	122	17,7 ± 4,2

(mod. n. Xue et al., 2010, S. 2079)

Die Ergebnisse bei „Heterogeneity in rate of decline in grip, hip, and knee strength and the risk of all-cause mortality: The Women’s Health and Aging Study II” (Xue et al., 2010, S. 2076) zeigten, dass die Handgriffkraft im Alter zwischen 70 und 75 Jahren durchschnittlich um 1,1 kg pro Jahr signifikant abnahm (0,59–1,83 kg/Jahr) ($p < 0,001$) und um 0,5 kg/Jahr danach (-0,01 -1,23 kg) (Xue et al., 2010). In der adjustierten Kaplan-Meier Überlebenskurve bei Frauen im Alter von 70 Jahren des mittleren Drittels der Gruppe bestand mit einem schnelleren Abfall der Handgriffkraft ein erhöhtes totales Mortalitätsrisiko ($p = 0,02$) (Xue et al., 2010, S. 2079). Die gemeinsame Längs- und Überlebens Analyse zeigte eine signifikante Verbindung zwischen stärkerer Handgriffkraft im Alter von 70 Jahren und einem geringeren Mortalitätsrisiko nach Adjustierung mit Alter, Rasse, Ausbildung und BMI. Das spezifische Risiko betrug 1,42 (95% CI:1,18-1,70; $p < 0,001$) für jeden 0,5 SD Anstieg beim Abfall der Handgriffkraft um 0,07 kg/Jahr. Das gleiche Ergebnis wurde bei der großen adjustierten Analyse mit Alter, Rasse, Ausbildung, BMI, Raucherstatus, Anzahl von Krankheiten, GDS, physical activity Level, Interleukin-6 und Albumin erzielt (1,34, 95% CI:1,13-1,59, $p = 0,001$) (Xue et al., 2010, S. 2079). Im multivariaten Modell wurden folgende chronische Erkrankungen als Störvariablen eingefügt: Angina Pectoris oder Myokard Infarkt, Herzinsuffizienz, periphere arterielle Verschlusskrankheit, Hüftbruch, Osteoarthritis der Hüfte, Knie oder Hand, Parkinsonsche Krankheit, rheumatische Arthritis, Schlaganfälle, Lungenerkrankungen, Diabetes mellitus, Krebs, Spinalstenose und Bandscheibenerkrankungen (Xue et al., 2010).

7.7 Ergebnisse der Reviews und Metaanalysen

Die Reviews und Zusammenfassungen der Studie „Muscle strength, disability and mortality“ von Rantanen (2003, S. 3) bestätigen die gefundenen Ergebnisse. Rantanen schrieb, nur ein paar Studien haben gezeigt, dass die Muskelkraft selbst als Voraussageinstrument der Mortalität zugeordnet werden kann, wie die 1986 erschienene Studie grip strength, mental performance and nutritional status as indicators of mortality risk among female geriatric patients von Phillips (1986), die Studie physical-strength tests and mortality among visitors to health-promotion centers in Japan aus dem Jahr 1995 von Fujita et al. und muscle strength and mobility as predictors of survival in 75-84-year-old people von Laukkanen et al. (1995). Zusammenfassend sagte diese Review aus, dass es einen unabhängigen Zusammenhang zwischen der Muskelkraft und der Mortalität gab, wobei die Mechanismen, die dahinter stecken, noch nicht vollständig ergründet sind. Auch lassen diese Studien vermuten, dass eine gute Muskelkraft ein wichtiger Prädiktor für das Überleben ist. Depp und Jeste (2006, S. 13) haben in ihrer Review „Definition and predictors of successful aging: a comprehensive review of larger quantitative studies“ drei relevante Studien zum Thema Handgriffkraft als Vorhersageinstrument der Mortalität bei älteren Personen untersucht. Diese wurden in der Studie unter der Kategorie „better functional/physical performance“ analysiert. Reed et al. (1998, zit.n. Depp & Jeste, 2006) sagten, dass es einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Mortalitätsrisiko und der Handgriffkraft bei 8000 Personen in der Studie „Predictors of healthy aging in men with high life expectancies“ gab. In der Längsschnittanalyse „High, usual and impaired functioning in community-dwelling older men and women: findings from the MacArthur Foundation Research Network on Successful Aging“ von Berkman et al. von 1993 hingegen gab es keine Angabe zur Signifikanz zwischen der Handgriffkraft und Mortalität bei 4030 Personen (Berkman, 1993, zit.n. Depp & Jeste, 2006). Die Querschnittsanalyse der Studie „successful aging in the Australian Longitudinal Study of Aging: applying the MacArthur model crossnationally“ von Andrews, Clark und Luszcz, erschienen 2002 (S. 749), zeigte ein signifikant erhöhtes Mortalitätsrisiko durch eine geringe und intermediate Handgriffkraft im Vergleich zur hohen Handgriffkraft bei 1947 Personen (Andrews et al., 2002, zit.n. Depp & Jeste, 2006).

„Low grip strength was a consistent predictor of death and high grip strength was a consistent predictor of survival in studies with diverse samples of subjects“ (Bohannon, 2008, S. 8). 16 der 23 Studien bestätigen, dass die Messung der Handgriffkraft die Mortalität bzw. das Überleben voraussagt. Diese Vorhersagen seien aber nicht qualifiziert und nicht voll bzw. nur mit Bedenken einsetzbar. „Sixteen of 23 studies provided

unqualified support for the use of grip strength as a predictor of mortality/survival. 4,7-11, 21, 23, 24, 29-31, 40, 42, 45, 47" (Bohannon, 2008, S. 8). Diese Studienergebnisse lieferten Newman et al. (2006), Al Snih et al. (2002), Rantanen et al. (2000), Rolland et al. (2006), Anstey et al. (2001), Milne and Maule (1984), Rantanen et al. (2003), Bohannon et al. (2004), Vecchiarino et al. (2002), Phillips (1986), Kalfarentzos et al. (1989), Cook et al. (2001), Callahan et al. (1997), Mitchell et al. (1986), Wang et al. (2005) und Meyer et al. (2000). Zwei Studien besagten, dass die Messung der Handgriffkraft nicht zur Vorhersage des Überlebens herangezogen werden kann. Pincus et al. (1984; 1987) untersuchten Teilnehmer/innen mit rheumatischer Arthritis. Die Ergebnisse von zwei weiteren Studien, von Fujita et al. (1995) und Stenvinkel et al. (2005) ergaben, dass die Handgriffkraft ein Prädiktor der Mortalität für Männer, aber nicht für Frauen sei. Andere zwei Studien von Shibata et al. (1992) und Pincus et al. (1994) wiesen nach, dass die Messung der Handgriffkraft die Mortalität bei Frauen, aber nicht bei Männern vorhersagt und die Studie von Onder et al. (2005) zeigte, dass die Handgriffkraft bei Männern, im Alter von über 60 Jahren ein Prädiktor der Mortalität war. Bei jüngeren Männern traf dies nicht zu (Bohannon, 2008).

8 Ergebnisse

8.1 Studien, deren Ergebnisse zutreffen bzw. nicht zutreffen – getrennt nach beiden Geschlechtern, Männern und Frauen

8.1.1 Beide Geschlechter

Insgesamt wurden 27 Studien untersucht, in denen geprüft wurde, ob die Messung der Handgriffkraft eine geeignete Methode zur Mortalitätsprognose bei einer gemeinsamen Analyse von Männern und Frauen sei. Von diesen 27 Studien bestätigten 25 Studien (92,6%) den signifikanten Vorhersagecharakter der Handgriffkraft für die Mortalität, eines Mortalitätsrisikos bzw. des Überlebens. Sieben Studien (25,9%) konnten diesen Zusammenhang nicht belegen. Fünf Studien lieferten Resultate, die die Messung der Handgriffkraft als geeigneten Prädiktor der Mortalität sowohl sicherten als auch das Gegenteil behaupteten. 22 Studien zeigten nur eine Ergebnisrichtung.

8.1.2 Männer

Nach einer geschlechtsspezifischen Trennung wurden in 19 Studien reine Männerkohorten analysiert, von denen 15 Studien (78,9%) zutrafen und elf (57,8%) hingegen nicht. Von den insgesamt 19 Studien gaben sieben Studien zwei Ergebnisrichtungen, d.h. die Handgriffkraftmessung war zur Vorhersage der Mortalität bei Männern geeignet, bzw. nicht geeignet. Zwölf Studien lieferten Ergebnisse in nur eine Richtung.

8.1.3 Frauen

Ein ähnliches Ergebnis wurde bei der geschlechtsspezifischen Trennung der Frauen deutlich. Von 17 Studien, in denen nur Frauen untersucht wurden, zeigten sechs Studien Ergebnisse in zwei und elf in eine Richtung. Zwölf Studien (70,6%) bestätigten die Verwendung der Handgriffkraftmessung als geeignete Methode zur Mortalitätsvorhersage. Bei elf Studien (64,7%) konnte kein Beweis erbracht werden.

Tab.27: Anzahl der Studienergebnisse, die die Verwendung der Handgriffkraft als Mortalitätsprädiktor bestätigen

	Trifft zu	Trifft nicht zu
Beide Geschlechter	25	7
Männer	15	11
Frauen	12	11
Beide Geschlechter, Männer, Frauen	52	29

8.1.4 Beide Geschlechter, Männer, Frauen

Insgesamt wurden 46 Studien untersucht, von denen drei Studien Reviews bzw. Metaanalysen waren. 43 Studien lieferten somit eigenständige Ergebnisse. Für beide Geschlechter oder Männer oder Frauen bewiesen 32 Studien, dass die Handgriffkraft ein geeignetes Instrumentarium zur Vorhersage der Mortalität bei Personen im Alter von 50 Jahren und älter war. Jeweils vier Studien zeigten einen Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der Mortalität einerseits bei beiden Geschlechtern und Männern, beiden Geschlechtern und Frauen und bei Männern und Frauen und dass dies andererseits bei beiden Geschlechtern, Männern und Frauen zutraf.

Tab.28: Anzahl der Studien, deren Ergebnisse den Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der Mortalität bestätigten

Beide Geschlechter oder nur Männer oder nur Frauen	32
Beide Geschlechter und Männer, beide Geschlechter und Frauen, Männer und Frauen	4
Beide Geschlechter, Männer oder/und Frauen	4

Zwölf Studien konnten nicht beweisen, dass die Handgriffkraft ein geeignetes Instrumentarium zur Vorhersage der Mortalität für beide Geschlechter oder Männer oder Frauen war und neun Studienergebnisse zeigten das gleiche Ergebnis bei beiden Geschlechtern und Männern, beiden Geschlechtern und Frauen und bei Männern und Frauen. Jedoch lieferte keine Studie Resultate für beide Geschlechter, Männer und Frauen.

Tab.29: Anzahl der Studien, deren Ergebnisse den Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der Mortalität nicht bestätigten

Beide Geschlechter oder nur Männer oder nur Frauen	12
Beide Geschlechter und Männer, beide Geschlechter und Frauen, Männer und Frauen	9
Beide Geschlechter, Männer und Frauen	0

8.2 Studien mit mehreren unterschiedlichen Ergebnissen

Drei Studien erbrachten Beweise, dass die Handgriffkraft zur Mortalitätsvorhersage für beide Geschlechter oder für Männer oder Frauen verwendet werden kann. D.h. die Hypothese der Nutzung der Handgriffkraft als Mortalitätsprädiktor wurde in keine dieser Studien widerlegt.

Tab.30: Studien, die für beide Geschlechter oder Männer oder Frauen keinen Beweis ohne gegenteiliges Ergebnis erbrachten, dass die Handgriffkraft zur Mortalitätsvorhersage verwendet werden kann

Autor/innen	Jahr	Studientitel	Trifft nicht zu		
			beide Geschlechter	Männer	Frauen
Pincus et al.	1984	Severe functional declines, work disability, and increased mortality in seventy-five rheumatoid arthritis patients studied over nine years.	1		
Pincus et al.	1987	Questionnaire, walking time and button test measures of functional capacity as predictive markers for mortality in rheumatoid arthritis.	2		
Reed et al.	1998	Predictors of healthy aging in men with high life expectancies.		1	

18 Studien lieferten Ergebnisse, die einerseits den Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft als Mortalitätsprädiktor bei Personen im Alter von 50 Jahren und älter bestätigten und andererseits keine Verbindung bei beiden Geschlechtern und/oder Männern und/oder Frauen aufbringen konnten.

Tab.31: Studien, die für beide Geschlechter oder Männer oder Frauen einerseits den Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft als Mortalitätsprädiktor bestätigten und andererseits nicht bestätigen konnten

Autor/innen	Jahr	Studientitel	Trifft zu			Trifft nicht zu		
			beide Geschlechter	Männer	Frauen	beide Geschlechter	Männer	Frauen
Shibata et al.	1992	Predictors of all-cause mortality between ages 70 and 80: the Koganei Study.			1		2	1
Pincus et al.	1994	Prediction of long term mortality in patients with rheumatoid arthritis according to simple questionnaire and joint count measures.			1		1	
Fujita et al.	1995	Physical strength tests and mortality among visitors to Health-Promotion Centers in Japan.		7			3	4
Rantanen et al.	2000	Muscle strength and Body Mass Index as long-term predictors of mortality in initially healthy men.		13			4	
Anstey et al.	2001	Demographic, health, cognitive and sensory variables as predictors of mortality in very old adults.	3			3		
Katzmarzyk und Craig	2002	Musculoskeletal fitness and risk of mortality.		3			3	6
Stenvinkel et al.	2002	A comparative analysis of nutritional parameters as predictors of outcome in male and female ESRD patients.	2	3		1		3
Metter et al.	2002	Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in		16			8	

		healthy men.						
Rantanen et al.	2003	Handgrip strength and cause-specific and total mortality in older disabled women: exploring the mechanism.			18			1
Nybo et al.	2003	Predictors of mortality in 2,249 nonagenarians – The Danish 1905-Cohort Survey.	1	1	2	2	1	
Syddall et al.	2003	Is grip strength a useful single marker of frailty?		3			2	
Wang et al.	2005	Evaluation of handgrip strength as a nutritional marker and prognostic indicator in peritoneal dialysis patients.	14			2		
Rollan et al.	2006	Physical performance measures as predictors of mortality in a cohort of community-dwelling older french women.			3			2
Gale et al.	2007	Grip strength, body composition, and mortality.		18	10		4	8
Sasaki et al.	2007	Grip strength predicts cause-specific mortality in middle-aged and elderly persons.		8	11		12	9
Takata et al.	2007	Physical fitness and 4-year mortality in an 80-year-old population.	2	3	1		1	10
Ling et al.	2010	Handgrip strength and mortality in the oldest old population: the Leiden 85-plus study.	7			12		
Takata et al.	2011	Physical fitness and 6.5-year mortality in an 85-year-old community-dwelling population.	3	1		2		1

Bei 17 Studien wurde der Beweis erbracht, dass die Handgriffkraft mit der Mortalität bei Personen 50 Jahre und älter zusammenhing und zur Vorhersage genutzt werden kann. Diese Studien lieferten für beide Geschlechter oder Männer oder Frauen nur signifikante Beweise und keine einzige Studie zeigte gegenteilige Ergebnisse.

Tab.32: Studien, die für beide Geschlechter oder Männer oder Frauen den Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft als Mortalitätsprädiktor bestätigten

Autor/innen	Jahr	Studientitel	Trifft zu		
			beide Geschlechter	Männer	Frauen
Callahan et al.	1997	Measures of activity and damage in rheumatoid Arthritis: depiction of changes and prediction of mortality over five years.	3		
Rantanen et al.	1998	Grip strength changes over 27 yr in Japanese-American men.		2	
Meyer et al.	2000	Factors associated with mortality after hip fracture.	5		
Cook et al.	2001	The influence of patient strength, aerobic capacity and body composition upon outcomes after coronary artery bypass grafting.	1		
Williams et al.	2002	Baseline cataract Type and 10-year mortality in the Italian-American Case-Control Study of age-related Cataract.	2		
Al Snih et al.	2002	Handgrip strength and mortality in older Mexican Americans.		6	
Andrews et al.	2002	Successful aging in the Australian Longitudinal Study of Aging: applying the MacArthur Model crossnationally.			4
Bohannon et al.	2004	Mortality and readmission of the elderly one year after hospitalization for pneumonia.	2		

Vecchiarino et al.	2004	Short-term outcomes and their predictors for patients hospitalized with community-acquired pneumonia.	3		
Newman et al.	2006	Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the Health, Aging and Body Composition Study Cohort.	4		
Willcox et al.	2006	Midlife risk factors and healthy survival in men.		4	
Ali et al.	2008	Acquired weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients.	2		
Izawa et al.	2009	Handgrip strength as a predictor of prognosis in Japanese patients with congestive heart failure.	4		
Guo et al.	2009	N-terminal pro-brain natriuretic peptide independently predicts protein energy wasting and is associated with all-cause mortality in prevalent HD patients.	1		
Suárez-Santamaría et al.	2010	Prognostic value of inflammatory markers (notably cytokines and procalcitonin), nutritional assessment, and organ function in patients with sepsis.	1		
Xue et al.	2010	Heterogeneity in rate of decline in grip, hip, and knee strength and the risk of all-cause mortality: The Women's Health and Aging Study II.			4
Colín-Ramírez et al.	2011	Malnutrition syndrome, but not Body Mass Index, is associated to worse prognosis in heart failure patients.		2	

8.3 Anzahl der Ergebnisse der Studien - wie viele Ergebnisse lieferten die jeweiligen Studien

Für eine genaue Analyse der Ergebnisse wurden alle Resultate, die eine Studie lieferte, gezählt und den jeweiligen Kategorien trifft zu für beide Geschlechter, trifft zu für Männer, trifft zu für Frauen, bzw. trifft nicht zu für beide Geschlechter, trifft nicht zu für Männer und trifft nicht zu für Frauen zugeordnet. Bei dieser Darstellung der Ergebnisse konnte eine Studie mehrere Ergebnisse liefern, z.B. wenn eine geschlechtsspezifische Analyse für Frauen und Männer durchgeführt wurde und dazu verschiedene Modelle mit oder ohne

Adjustierungen genutzt wurden oder z.B. eine Kaplan-Meier-Überlebenskurve erstellt wurde.

8.3.1 Beide Geschlechter

In der Analyse, in der beide Geschlechter zusammen untersucht wurden, gab es insgesamt 99 Studienergebnisse. 74 Ergebnisse (74,75%) lieferten den Beweis, dass die Messung der Handgriffkraft die Mortalität, wenn Männer und Frauen im Alter von 50 Jahren und älter gemeinsam untersucht wurden, voraussagt. Nur 1/4 der Studienergebnisse (n=25; 25,25%) widersprachen diesem Ergebnis und konnten den Zusammenhang nicht bestätigen.

8.3.2 Männer

Nach einer Geschlechtertrennung zeigten die Ergebnisse der Männer einen ähnlichen Trend. Mehr als 2/3 der Studienergebnisse, also 89 von 129 Ergebnissen (68,99%), belegten den Vorhersagecharakter der Handgriffkraft bei Männern im Alter von 50 Jahren und älter. Nur 40 Ergebnisse (31,01%), knapp weniger als 1/3, zeigten keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der Mortalität.

8.3.3 Frauen

Bei einer reinen Frauenanalyse wurde das Verhältnis schwächer. Von 109 Studienergebnissen zeigten nur 62 Resultate (56,88%) einen Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft bei Frauen und der Mortalität, 47 Ergebnisse (43,12%) konnten keine Korrelation bestätigen und die Vorhersage der Mortalität durch die Messung der Handgriffkraft nicht nachweisen.

8.3.4 Beide Geschlechter, Männer, Frauen

Für die insgesamt 337 Ergebnisse, die die 43 Studien lieferten, belegten 66,77% (n=225), dass die Handgriffkraft zur Vorhersage der Mortalität bei Personen im Alter von 50 Jahren und älter geeignet sei.

Tab.33: Ergebnisse der Studien, die bestätigten, dass die Handgriffkraft zur Vorhersage der Mortalität geeignet ist

	Studienergebnisse	Trifft zu		Trifft nicht zu	
	(n)	(n)	(%)	(n)	(%)
Beide Geschlechter	99	74	74,75%	25	25,25%
Männer	129	89	68,99%	40	31,01%
Frauen	109	62	56,88%	47	43,12%
beide Geschlechter, Männer, Frauen	337	225	66,77%	112	33,23%

9 Diskussion/Zusammenfassung

Die Ergebnisse aller relevanten Studien, die das Thema der Handgriffkraft ≤ 50 jähriger Männer und Frauen in Zusammenhang mit der Mortalität untersuchten, sollten in dieser Arbeit zusammengefasst und der Beweis erbracht werden, dass die Messung der Handgriffkraft die Mortalität und das Mortalitätsrisiko vorhersagen kann.

Die Ergebnisse zeigen einen Trend, dass die Messung hierfür genutzt werden kann. Die große Varianz der zum Teil sehr unterschiedlichen Studien, die sich mit dieser Thematik befassten, ließ nur einen indirekten Vergleich der Ergebnisse zu. Bei einer genaueren Betrachtung der Studiengruppen stellte sich die Frage, ob die Gesundheit der Studienteilnehmer/innen mit dem Ergebnis zusammenhängt. Doch was bedeutet Gesundheit bei Personen im Alter von 50 Jahren und älter? Ist es das Fernbleiben von Krankheiten oder ein besseres Leben als Personen gleichen Alters, die von Krankheiten oder Behinderungen betroffen sind? In dieser Analyse gab es von 43 Studien nur drei Studien mit gesunden Teilnehmer/innen, teilweise aber nur bei der Baseline Messung, nicht aber im Verlauf des Follow Ups. Ein paar Studien beinhalteten einerseits Proband/innen mit Krankheiten, Behinderungen und Beeinträchtigungen und andererseits eine gesunde Studienpopulation. 41 Studien wurden mit Personen durchgeführt, die zumindest von einer Krankheit betroffen waren. Die Krankheiten waren koronare Herzkrankheiten, Schlaganfälle, Lungenentzündungen und respiratorische Krankheiten, Krebs, Diabetes mellitus, Bluthochdruck, Frakturen, kardiovaskuläre Krankheiten, Parkinsonsche Krankheit oder auch rheumatische Arthritis, um nur einige zu nennen. Zudem variierte der Risikograd der Mortalität zwischen den verschiedenen Studienpopulationen. Einige Teilnehmer/innen wurden direkt nach einer schweren Operation untersucht mit dem Ziel bzw. dem im Vorhinein festgelegten Ergebnis Tod oder Mortalität als Outcome der Studie. Andere Studienteilnehmer/innen waren zur Baseline Untersuchung gesund oder es wurde nur die gesunde Population einer Studienkohorte für die Analysen herangezogen. Eine weitere Herausforderung eines direkten Vergleiches der Ergebnisse in dieser Arbeit war die große Varianz der Anzahl der untersuchten Studienpopulationen. Manche Studiengruppen waren sehr klein, es wurden nur 75 Personen untersucht, hingegen andere sehr lange Studien beschäftigten sich mit einer sehr großen Personenanzahl von 15504 Teilnehmern (erste Prüfung 8006 und zusätzlichen 7498). Diese ungleiche Gruppengröße äußerte sich auch in der Anzahl der analysierten Todesfälle und in den Mortalitäts- bzw. Überlebensraten von fünf bis 3369 Todesfällen. Weitere Auswirkungen zeigten sich beim Alter der untersuchten Personen, manche Proband/innen waren zum Zeitpunkt der Baseline Untersuchungen 45 bis 68 Jahre, im Mittel 54 Jahre alt und andere erreichten ein stolzes Alter von 101 Jahren.

Entsprechend dem Alter gab es eine sehr große Reichweite bei der Follow Up Dauer der Mortalität, die je nach Studienziel von 40 Jahren Dauer bis zum Zeitpunkt direkt nach einer Operation bzw. noch während des Krankenhausaufenthaltes reichte.

Was alle Studien gemein hatten, war die Suche zwischen dem Zusammenhang der Mortalität und entsprechender Todesursache und der Handgriffkraft, wobei die Todesursachen teilweise aufgesplittet wurden in all cause, totale, Krebs, respiratorische Krankheiten, Herzkrankheiten, nach Operationen oder nach Frakturen. Auch die Messung der Handgriffkraft erfolgte auf verschiedene Weisen, z.B. mittels einer Blutdruckmanschette, mit Dynamometern verschiedener Firmen, Messungen nur mit der linken, nur mit der rechten, mit beiden Händen oder einer Mischung aus allen. Die wenigsten Studien berichteten über die genauen Details, wie über die Winkelstellung des Armes oder die genaue Ausführung der Messung. Die verschiedenen Messkriterien und Analysemodelle wurden im Laufe der Zeit von 1984 bis 2011 immer komplexer und optimierter. Viele neuere Studien haben nur nach einem generellen Mortalitätsrisiko oder Unterschieden zwischen der Handgriffkraft und der Mortalität, Sterben und Überleben oder einem Mortalitätsrisiko durch eine geringe Handgriffkraft gesucht. Manche haben die Population aufgrund der Handgriffkraftwerte in Drittel, Viertel oder Fünftel geteilt, andere haben Überlebende mit Verstorbenen verglichen. Aber eine Suche nach direkten Cut Off Points, also Grenzen, an denen die Handgriffkraft die Überlebenswahrscheinlichkeit minimiert und das Mortalitätsrisiko erhöht, wurden in wenigen Studien aufgezeigt. Oftmals gab es ein generelles Risiko zu sterben, welches nur auf die spezielle Studienpopulation übertragen werden konnte, nicht aber mit allgemein gültigen Sterbetafeln verglichen wurde.

9.1 Diskussion der Ergebnisse, die bestätigen konnten, dass die Handgriffkraft die Mortalität bei Männern und Frauen vorhersagt

25 Studien mit 74 Ergebnissen bestätigten, dass die Handgriffkraft die Mortalität bei Männern und Frauen ab dem 50. Lebensjahr vorhersagen konnte, gaben Limitierungen zu und zeigten aber auch weitere Aussichten für Folgestudien. Fast 75% der Studienergebnisse zeigten, dass die Messung der Handgriffkraft zur Mortalitätsvorhersage bei beiden Geschlechtern in gemeinsamer Analyse geeignet war. Die Studien, die diesen Zusammenhang bestätigten, wiesen eine sehr große Variation in

der Anzahl der Studienteilnehmer/innen auf, die von 95 (Mitchell et al., 1986) bis 4912 Personen (Sasaki et al., 2007) reichte. Das Alter der Kohorte zeigte eine Reichweite von Ø 51,8 (Mitchell et al., 1986) bis 92 bis 93 Jahre (Nybo et al., 2003). Ein noch größerer Bereich wurde bei der Follow Up Dauer gefunden. Bei Kalfarentzos et al. (1989) endete es direkt nach einer Operation bzw. während des Krankenhausaufenthalts (Vecchiarino et al., 2004) und Sasaki et al. (2007) gaben dem Follow Up eine maximale Laufzeit von 27 Jahren. Während dieser Zeit konnten nur fünf Todesfälle bei Kalfarentzos et al. (1989) aufgezeichnet werden. Sasaki et al. (2007) mussten hingegen 2483 Todesfälle hinnehmen. Auch der Zeitpunkt der Studienveröffentlichung reichte von 1984 (Milne & Maule) bis 2011 (Colín-Ramírez et al.). Obwohl eine so hohe Varianz der Studienbedingungen vorlag, konnten dieses Resultat zustande kommen.

Ergebnisse von unter anderem Ling et al. (2010) bestätigten eine Verbindung zwischen der Handgriffkraft und der Mortalität mit ansteigendem Alter. Die Handgriffkraft hatte einen starken Prädiktorcharakter der Mortalität, nur war die Studiengruppe nicht groß genug für multiple Untersuchungen, sondern nur für Einzeluntersuchungen und die Ergebnisse konnten nur auf Krankenhauspatient/innen bezogen werden (Vecchiarino et al. 2004). Die Studien von Laukkanen et al. (1995), Callahan et al. (1997), Andrews et al. (2002), Bohannon et al. (2004), Newman et al. (2006), Suárez-Santamaría et al. (2010) oder auch Colín-Ramírez et al. (2011) konnten belegen, dass die Handgriffkraft so gut wie ohne Limitierungen mit der Mortalität zusammenhing.

Die Handgriffkraft war bei Kalfarentzos et al. (1989) ein aussagekräftiger Prädiktor für die Mortalität bei postoperativem Magen-Darm Krebs. Sie war ein Prädiktor der all cause und kardiovaskulären Mortalität bei PD Patient/innen, unabhängig davon, ob es mit Serum Albumin kontrolliert wurde und der einzige Singlemarker, der Unterschiede zwischen Überlebenden und Verstorbenen, sowohl bei Männern als auch bei Frauen, bewies (Wang et al., 2005). Wang et al. (2005) bestätigten auch, dass die Handgriffkraft ein Prädiktor der Mortalität ohne Limitierungen sei. Personen mit einem reduzierten Gesundheitsstatus hatten ein erhöhtes Mortalitätsrisiko. Dies war jedoch nicht erhöht, wenn hohe Werte beim Mental Status Test erreicht wurden, keine kardiovaskulären oder Lungenkrankheiten bestanden, kein Krankenhausaufenthalt in den letzten zwei Jahren stattfand und die Teilnehmer/innen hohe physische Fähigkeiten hatten. Die einzigen Limitierungen der Studie waren eine geringere Teilnahme in der Kontrollgruppe und eine geringere Mortalität (Meyer et al., 2000).

94% beendeten bei Mitchell et al. (1986) das Follow Up und bestätigten, dass die Handgriffkraft ein aussagekräftiger Mortalitätsprädiktor ohne Limitierungen sei. Auch bei Williams et al. (2002) beendeten 97% der Kohorte das Mortalitäts Follow Up. Die Studie

lieferte ein gutes Ergebnis, trotz Ausschluss vieler Störfaktoren und der Teilnahme von mehr kranken als gesunden Personen. Auch weitere Adjustierungen konnten keinen direkten Ausgleich schaffen.

Milne und Maule (1984) wählten ein anderes Messinstrument, welches eine Durchführung des Handgriffkrafttests für die älteren Personen erleichterte und ihrer Meinung nach sehr gut geeignet war. Auch Cook et al. (2001) waren der Meinung, dass die Messung der Handgriffkraft sehr leicht zu testen und ein aussagekräftiger Mortalitätsprädiktor sei. Nur die kleine Studienpopulation mit einer großen Anzahl an Störvariablen minimierte die statistische Aussagekraft dieser Studie. Ali et al. (2008) haben herausgefunden, dass die Handgriffkraft unabhängig mit der Krankenhausmortalität assoziiert war und die Messung schnell und einfach sei. Die Gruppe war beim Alter, Geschlecht und Komorbiditäten sehr homogen.

Guo et al. (2009) konnten auch trotz einer kleinen Studienmenge einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der Mortalität nachweisen. Bei Izawa et al. (2009) gab es eine kleine Studiengruppe, die nur aus japanischen Männern bestand. Für eine genaue Analyse wurden die Todesgründe nicht genauer untersucht.

9.2 Diskussion der Ergebnisse, die nicht bestätigen konnten, dass die Handgriffkraft die Mortalität bei Männern und Frauen vorhersagt

Bei den Studien, die nicht belegen konnten, dass die Messung der Handgriffkraft mit der Mortalität in Verbindung bei beiden Geschlechtern in gemeinsamer Analyse stand, variierte die Anzahl der Studienteilnehmer/innen nicht so stark, wie bei den Studien, die dieses Ergebnis bestätigen konnten. Pincus et al. (1984) untersuchte 75 Personen und Nybo et al. (1984) 2262 Proband/innen. Das Alter der untersuchten Kohorte betrug 52 ± 1 Jahre bei Stenvinkel et al. (2002) und reichte bis 92 bis 93 Jahre bei Nybo et al. (2003). Große Unterschiede gab es hingegen bei der Dauer des Follow Ups von 15 Monaten (Nybo et al., 2003) bis nur Ø 9,5 Jahren (Ling et al., 2010). Über 20 Todesfälle berichteten Pincus et al. (1984 und 1987), folglich mehr als bei den zutreffenden Studien. Nybo et al. (2003) konnte nur 579 Tode melden. Deutlich weniger als bei Sasaki et al. (2007) mit 2483 verstorbenen Personen. Keine Unterschiede gab es hingegen bei der ersten Studienveröffentlichung 1984 von Pincus et al. (1984) und der letzten dieses Thema

behandelnden Studie im Jahr 2011 von Takata et al. All dies konnten mögliche Gründe für die nicht signifikante Verbindung zwischen der Handgriffkraft und Mortalität bei beiden Geschlechtern in gemeinsamer Analyse sein.

Bei Pincus et al. (1984) wurde nur bei 27 Personen die Handgriffkraft gemessen, welches eine sehr geringe Anzahl war und keine statistische Signifikanz zuließ. Vor dieser Herausforderung standen auch Takata et al. (2011) mit einer kleinen Studienpopulation und zusätzlichen weiteren Aufteilungen für diverse Untersuchungen. Bei Männern gab es bei Nybo et al. (2003) kein signifikantes Mortalitätsrisiko durch schlechte Handgriffkraftwerte wegen einer sehr kleinen Männergruppe. Aufgrund einer geringen Proband/innenanzahl und auch einer geringen Todesmenge könnte der statistische Fehler Typ II, der Signifikanzen bei Männern nicht vorhersagen kann, eingetreten sein. Bei Frauen hingegen konnten Signifikanzen nachgewiesen werden (Pincus et al., 1987). Auf Limitierungen wiesen auch Ling et al. (2010) hin und schrieben, dass kein Zusammenhang wegen einer zu kleinen Gruppe an Todesfällen von jedem spezifischen Mortalitätsgrund bewiesen werden konnte. Weiter wurden in dieser Studie nur die Probanden auf allgemeine chronische Krankheiten getestet. Wang et al. (2005) bemängelten, dass die Handgriffkraft nur einmal im gesamten Studienverlauf gemessen wurde und somit konnte keine Reflexion über einen Zeitverlauf dargestellt werden. Ähnlich erging es Anstey et al. (2001), die Studienergebnisse lieferten, die den Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der Mortalität einerseits bestätigten und andererseits nicht belegen konnten. Als Grund nannten sie den Zeitpunkt der Variablenmessung.

Sieben Studien mit 25 Ergebnissen konnten nicht bestätigen, dass die Handgriffkraft die Mortalität bei Männern und Frauen ab dem 50. Lebensjahr voraussagen konnte. 25,25% der Studienergebnisse zeigten, dass die Messung der Handgriffkraft zur Mortalitätsvorhersage bei beiden Geschlechtern in gemeinsamer Analyse ungeeignet war. Betrachtet man die zutreffenden und nicht zutreffenden Ergebnisse genauer, so wurden in sechs von acht Studien laut den Studienautor/innen anscheinend eine zu kleine Proband/innenanzahl für aussagekräftige statistische Analysen untersucht, kurz 21 von 25 Ergebnissen. Hätten die Autoren eine größere Personenanzahl geprüft, so wäre ein anderes eindeutigeres Ergebnis herausgekommen, welches die Verwendung der Handgriffkraft bei Personen im Alter von 50 Jahren und älter für die Mortalitätsvorhersage zulassen würde.

9.3 Diskussion der Ergebnisse, die bestätigen konnten, dass die Handgriffkraft die Mortalität bei Männern vorhersagt

Die Anzahl Studienteilnehmer/innen betrug zwischen 126 (Stenvinkel et al., 2002) und 8006 bei der ersten mit zusätzlichen 7498 Männern bei der zweiten Prüfung, also insgesamt 15504 Männern (Rantanen et al., 1998). Das Alter der untersuchten Männer variierte zwischen 45 bis 68 bei der Baseline Untersuchung und 71 bis 96 Jahre nach dem Follow Up (Rantanen et al., 1998) und 92 bis 93 Jahren (Nybo et al., 2003). Entsprechende Unterschiede konnten auch bei der Dauer des Follow Ups berichtet werden. Bei Nybo et al. (2003) dauerte es 15 Monate und ganze 40 Jahre untersuchten Willcox et al. (2006) ihre Studienteilnehmer/innen. Auch zeigte sich eine sehr hohe Bandbreite bei der Anzahl der Todesfälle von 31 (Syddall et al., 2003) bis 3369 (Willcox et al., 2006). Die Studienveröffentlichung begann 1984 (Milne & Maule) und endete 2011 (Takata et al.).

15 Studien mit 89 Ergebnissen bestätigten, dass die Messung der Handgriffkraft ein Mortalitätsprädiktor bei Männern ab dem 50. Lebensjahr ist und 69% der Studienergebnisse zeigten, dass die Messung der Handgriffkraft zur Mortalitätsvorhersage bei Männern geeignet war.

Bei Katzmarzyk und Craig (2002) bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und Mortalität im Modell ohne Adjustierungen und mit Adjustierungen bei Al Snih et al. (2002). Eine fünf Kilogramm Abnahme der Handgriffkraft hing bei Männern signifikant mit der CHD Mortalität zusammen (Sasaki et al., 2007). Takata et al. (2011) konnten trotz einer kleinen Studienpopulation eine signifikante Verbindung nachweisen. Rantanen et al. (1998) fanden heraus, dass die Messung der Handgriffkraft im mittleren Alter die Mortalität vorhersagte und ein guter Mortalitätsprädiktor sei. Die spätere Studie von Rantanen et al. (2000) bewies, dass die Handgriffkraft im mittleren Leben ein Mortalitätsprädiktor, unabhängig vom BMI war. Eine Erklärung könnten frühere Lebensereignisse liefern. Für eine gute Kraft konnte der Grund eine gute Kindheit und bessere Ernährung sein bzw. eine schlechte Handgriffkraft konnte ein Indikator für Krankheiten sein. Die Handgriffkraft wurde mit der Oberarmtrockenmasse assoziiert, welches bei Traumata von Bedeutung ist, und die Handgriffkraft konnte in Verbindung mit der körperlichen Aktivität stehen (Rantanen et al., 2000).

Viele Faktoren stehen in Verdacht die Beziehung zwischen der Handgriffkraft und der Mortalität beeinflussen zu können. Hierzu zählten Diabetes mellitus, Einkommen,

Ausbildung oder körperliche Aktivität, die bei der Studie von Sasaki et al. (2007) nicht inkludiert waren, oder soziokulturelle und genetische Faktoren von Japanern (Wilcox et al., 2006). Eine generelle Übertragung konnte bei Rantanen et al. (2000) und Al Snih et al. (2002) nicht vorgenommen werden, da die Ergebnisse nur auf japanische Amerikaner bezogen werden konnten und diese nicht repräsentativ für alle ältere Menschen waren (Rantanen et al., 2000) bzw. ältere mexikanische Amerikaner mehr Behinderungen als andere hatten. Wilcox et al. (2006) exkludierten bei der Baseline Untersuchung alle Männer mit Erkrankungen, was einen Effekt auf das Ergebnis haben dürfte.

Fujita et al. (1995), Metter et al. (2002) oder auch Syddall et al. (2003) betätigten den direkten Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der Mortalität bei Männern und bewiesen, dass die Handgriffkraft ein Mortalitätsprädiktor bei ≤ 50 Jährigen war.

9.4 Diskussion der Ergebnisse, die bestätigen konnten, dass die Handgriffkraft die Mortalität bei Männern vorhersagt

Große Unterschiede konnten zwischen Studien, die bestätigten, dass die Handgriffkraft die Mortalität bei Männern vorhersagen kann bzw. dieses nicht beweisen konnte, aufgezeigt werden. Die Anzahl der Studienteilnehmer/innen betrug bei Pincus et al. (1992) 22 Personen und reichte bis 6040 Männer (Rantanen et al., 2000). Das Alter der Kohorte betrug bei der Baseline Untersuchung 45 bis 68 Jahre (Reed et al., 1998) und reichte bis 92 bis 93 Jahre (Nybo et al., 2003). Die niedrigste Follow Up Dauer hatten Nybo et al. (2003) mit 15 Monaten und die längste mit 30 Jahren konnten Rantanen et al. (2000) verzeichnen. 34 Todesfälle bei beiden Geschlechtern gab es bei Pincus et al. (1994) und Rantanen et al. (2000) zeichnete 2900 Todesdaten auf. Die Studienveröffentlichung reichte von 1992 (Shibata et al.) bis 2007 (Takata et al.).

Ein zu kleiner Anteil von männlichen Probanden und Teilnehmern in den Studien von Pincus et al. (1994) und Nybo et al. (2003) erlaubten keinen Nachweis, dass ein signifikantes Mortalitätsrisiko durch schlechte Handgriffkraftwerte besteht. Takata et al. (2007) machten den Typ II Fehler für das Resultat verantwortlich, der aufgetreten sein soll, da in ihrer Studie zu wenige Personen gestorben sind. Auch die respiratorische Mortalität von Gale et al. (2007) konnte nicht in Verbindung mit der Handgriffkraft, wegen der zu kleinen Männerkohorte, gebracht werden.

Eine Borderline Verbindung zwischen der Handgriffkraft und Überleben bestand bei Reed et al. (1998), wahrscheinlich wegen der Ausgliederung von kranken Männern in dieser

Studie. Gegenteilige Ergebnisse lieferten Katzmarzyk und Craig (2002). Nach Adjustierungen zeigte sich keine signifikante Verbindung mehr zwischen der Handgriffkraft und der Mortalität bei Männern. Wahrscheinlich hing sie mit der aeroben Fitness zusammen, welche den Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der Mortalität beeinflusste. Andere Faktoren sollten zudem auf diese Verbindung einwirken, wie z.B. Diabetes mellitus, das Einkommen, die Ausbildung oder die körperliche Aktivität, die bei der Studie nicht inkludiert waren (Sasaki et al., 2007).

Elf Studien mit 40 Ergebnissen konnten die Verwendung der Handgriffkraftmessung zur Mortalitätsvorhersage bei Männern ab dem 50. Lebensjahr nicht bestätigen. Es zeigten nur 31% der Studienergebnisse, dass die Messung der Handgriffkraft zur Mortalitätsvorhersage bei Männern ungeeignet war. Bei der Analyse der reinen Männerkohorten wurde bei einer Studie ein grenzsignifikantes Ergebnis entdeckt. Bei vier weiteren Studien konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und Mortalität nachgewiesen werden, laut den Autor/innen aufgrund von zu wenigen Teilnehmern bei der Analyse. Acht von 40 Ergebnissen hätten ein anderes Resultat zu einem deutlicheren Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und Mortalität bzw. der Nutzung der Handgriffkraft als Vorhersageinstrument der Mortalität ergeben.

9.5 Diskussion der Ergebnisse, die bestätigen konnten, dass die Handgriffkraft die Mortalität bei Frauen vorhersagt

Die geringste Anzahl der Studienteilnehmerinnen hatten Pincus et al. (1994) mit 53 Frauen und die größte Anzahl untersuchter Frauen gab es bei Rollan et al. (2006) mit 7250 Teilnehmerinnen. Auch das Alter der weiblichen Studienpopulation variierte von 54,7 Jahren bei der Baseline Untersuchung (Pincus et al., 1994) bis 92 bis 93 Jahre (Nybo et al., 2003). Die kleinste Follow Up Dauer hatte Phillips (1986) mit 14 ± 15 Tagen und die längste betrug 27 Jahre (Sasaki et al., 2007). Große Schwankungen gab es bei den Todesfällen. Elf Personen sind in der Studie von Phillips (1986) und 2483 bei Sasaki et al. (2007) gestorben. Die erste Studienveröffentlichung geschah 1984 (Milne & Maule) und die letzte 2010 (Xue et al.), die den Nachweis erbringen konnte, dass es einen Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der Mortalität bei ≤ 50 jährigen Frauen gab.

Die Verwendung der Handgriffkraftmessung für die Vorhersage der Mortalität bei Frauen ab dem 50. Lebensjahr konnte in zwölf Studien mit 62 Ergebnissen bestätigt werden und

57% der Studienergebnisse zeigten, dass die Messung der Handgriffkraft zur Mortalitätsvorhersage geeignet war.

So war die Messung der Handgriffkraft ein unabhängiges Vorhersageinstrument der Mortalität. Dieses Argument wurde durch die hohe Varianz der Werte der Frauen bestätigt, da diese auf der Skala von sehr hoch bis sehr gering waren. Insgesamt konnten die Ergebnisse dieser Studie für Frauen genutzt werden (Xue et al., 2010). Alle anderen elf Studien, die bestätigten, dass die Handgriffkraft mit der Mortalität bei Frauen im Alter von 50 Jahren und älter im Zusammenhang stand, zeigten weitere Ausblicke, Begründungen der Ergebnisse und natürlich auch Limitierungen, die zukünftige Studien vermeiden könnten, wie von Nybo et al. (2003), Shibata et al. (1992) oder Pincus et al. (1994). Die Resultate von Rantanen et al. (2003), Al Snih et al. (2002) oder auch Rollan et al. (2006) bestätigten sowohl den direkten als auch den nicht spezifischen Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und Mortalität (Rantanen et al., 2003) bzw. den Zusammenhang zwischen der Mortalität und der Handgriffkraft, der auch signifikant nach Adjustierungen verblieb (Al Snih et al., 2002) und nicht nur ein starker Mortalitätsprädiktor, sondern auch den Tod für all cause, Herzkrankheiten und Schlaganfälle vorhersagen kann. Zudem ergab eine geringe Handgriffkraft ein erhöhtes Risiko für einen vorzeitigen Tod bei Frauen (Rollan et al., 2006). Aber warum sind die Patientinnen gestorben? Diese Frage stellte sich Phillips (1986). Er stellte die These auf, dass die Probandinnen vielleicht wegen einer Unterernährung schwache Werte bei der Handgriffkraftmessung lieferten. Eine andere Erklärung wäre das Nichtkooperieren mit dem Test (Phillips, 1986, S. 55). Um dem entgegen zu wirken verwendeten Milne und Maule (1984) ein anderes Messinstrument, welches für die ältere Generation leichter zu bedienen und für die Durchführung sehr gut geeignet war. Nur warum sind Personen mit schwacher Handgriffkraft gestorben? War die Schwäche das Resultat der akuten Krankheit, die zum Tod führte oder ging der Schwäche eine Krankheit voraus? Auf jeden Fall waren bei Phillips (1986) Brustinfektionen die Todesursache und diese Personen hatten dementsprechend schwache Handgriffkraftwerte. Shibata et al. (1992) waren auch der Meinung, dass die Hauptkrankheiten, wie ein Schlaganfall oder koronare Herzkrankheiten, in Verbindung mit der Mortalität standen. Denn viele Faktoren haben die Beziehung zwischen der Handgriffkraft und der Mortalität beeinflusst, wie z.B. Diabetes mellitus oder die körperliche Aktivität, die bei der Studie von Rollan et al. (2006) nicht inkludiert waren. Andere Limitierungen nannten Al Snih et al. (2002), so konnten die Studienergebnisse nicht auf die Gesamtbevölkerung generalisiert und übertragen werden, da ältere mexikanische Amerikaner/innen von mehr Behinderungen betroffen sind, als andere. Auch Rantanen et al. (2003) untersuchten nur behinderte Frauen und maßen zudem nicht den Krankheitsgrad. Die Handgriffkraft konnte dennoch als subklinischer

Krankheitsindikator dienen, welcher die Mortalität vorhersagt. Doch trotz der Limitierungen, wie eines Typ II Fehlers aufgrund einer kleinen Frauengruppe, die gestorben sind, konnten Takata et al. (2007) und Pincus et al. (1994) einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Mortalität und der Handgriffkraft bei Frauen nachweisen. Obwohl wenige Frauen bei Sasaki et al. (2007) dem Tod unterlagen, konnte pro fünf Kilogramm Abnahme der Handgriffkraft ein signifikanter Zusammenhang mit der Mortalität nachgewiesen werden. Zudem konnte dies auf die geringe Zahl der Frauen zurückzuführen sein, die an CHD gestorben sind.

9.6 Diskussion der Ergebnisse, die nicht bestätigen konnten, dass die Handgriffkraft die Mortalität bei Frauen vorhersagt

Stenvinkel et al. (2002) berichteten über 80 Studienteilnehmerinnen. Die meisten Frauen untersuchten mit 7250 Frauen Rollan et al. (2006). Das Alter der Frauenkohorte reichte von 52 ± 1 Jahren (Stenvinkel et al., 2002) bis 101 Jahren (Rantanen et al., 2003) und die Follow Up Dauer variierte zwischen 37 ± 2 Monaten (Stenvinkel et al., 2002) bis 27 Jahre (Sasaki et al., 2007). Syddall et al. (2003) nahmen 15 Todesfälle auf und die höchste Anzahl verzeichneten Sasaki et al. (2007) mit 2483 Frauen. Die erste Studienveröffentlichung, die nicht beweisen konnte, dass die Handgriffkraft von einer reinen Frauenpopulation mit der Mortalität zusammenhing, war 1992 von Shibata et al. und die letzte Studie von Takata et al. 2011 konnte diese Verbindung nicht bestätigen.

Ein Hauptgrund für die nicht signifikanten Resultate zwischen der Handgriffkraft und der Mortalität in der reinen Frauenanalyse ließ sich in der geringen Anzahl von weiblichen Teilnehmerinnen finden. Fujita et al. (1995) gaben als Grund eine niedrige overall Mortalität bei Frauen im Gegensatz zu Männern an, die den Effekt unterstützten. Auch Katzmarzyk und Craig (2002) haben vermutet, dass aufgrund einer kleineren Gruppe vielleicht kein Zusammenhang gefunden und nachgewiesen werden konnte und eine geringe Anzahl von Frauen die statistische Aussagekraft der Studie verringerte (Stenvinkel et al., 2002). Laut Syddall et al. (2003) und Takata et al. (2011) stand die Handgriffkraft von Frauen nicht in Verbindung mit der Mortalität. Einerseits wegen einer zu kleinen Frauengruppe und andererseits wegen zu weniger Todesfälle, folglich zu wenig Datenmaterial, um die Verbindung aufzudecken, was auch Gale et al. (2007) unterstützte. Es haben zu wenige Frauen bei klinischen Prüfungen teilgenommen. Eine zu kleine Anzahl an Todesfällen sollte auch bei Rollan et al. (2006) und Sasaki et al. (2007) der

Grund für die nicht signifikante Verbindung zwischen jedem fünf Kilogramm Anstieg der Handgriffkraft bei CHD erkrankten und der daran verstorbenen Frauen und der Mortalität sein. Takata et al. (2007) führten den nicht nachweisbaren Zusammenhang auf einen statistischen Typ II Fehler zurück, der aufgrund einer kleinen Gruppe, die verstorben ist, entstanden war.

Fujita et al. (1995) machten den Hormonstatus der älteren Frauen für das Ergebnis verantwortlich, weil dieser anscheinend minimierend auf die Handgriffkraft der Frauenkohorte einwirken soll. Andere Gründe fanden Stenvinkel et al. (2002) bei der Auswahl des Testgeräts. Der Handgriffkraftdynamometer konnte für Frauen nicht passend sein und da die Studie ein anderes Ergebnis bei den Männern zeigte, meinten Stenvinkel et al. (2002), dass Männer kompetitiver als Frauen seien. Zudem lagen die Ergebnisse der Frauenhandgriffkraft näher beisammen, als die der Männer. Bei Takata et al. (2011) gab es bei Frauen keinen Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der Mortalität, weil Frauen bei den körperlichen Tests niedrigere Werte als Männer erreichten.

Rantanen et al. (2003) untersuchten nur behinderte Frauen und bei den Analysen wurde zwar die Krankheit, aber nicht der Krankheitsgrad gemessen. Somit konnte die Handgriffkraft als ein subklinischer Krankheitsindikator dienen, welcher die Mortalität vorhersagen kann. So auch Rollan et al. (2006) und Sasaki et al. (2007), deren Hauptlimitierung ihrer Studie war, dass viele Faktoren, wie Diabetes mellitus, Einkommen, Ausbildung oder körperliche Aktivität nicht berücksichtigt wurden. Viele Faktoren beeinflussten die Beziehung der Handgriffkraft und der Mortalität, die bei den Studien nicht inkludiert waren. Gale et al. (2007) machten den technischen Standard bei den Baseline Untersuchungen in den Jahren 1973 bis 1974 für ihre Ergebnisse verantwortlich.

Elf Studien mit 47 Ergebnissen konnten keinen Nachweis erbringen, dass die Handgriffkraft zur Mortalitätsvorhersage bei Frauen ab dem 50. Lebensjahr geeignet war. 43% der Studienergebnisse zeigten, dass die Messung der Handgriffkraft zur Mortalitätsvorhersage bei Frauen ab dem 50. Lebensjahr ungeeignet war.

Betrachtet man die Ergebnisse genauer, so kann festgestellt werden, dass bei acht Studien mit 24 von 47 Ergebnissen der Frauenkohorte anscheinend eine zu kleine Personenanzahl für ein aussagekräftiges signifikantes Analyseresultat herangezogen worden war. Das Endergebnis bei den Frauen hätte sonst vollkommen anders ausgesehen. Für zukünftige Studien sollte ein größerer Frauenanteil bzw. eine größere Gesamtsumme an teilnehmenden Frauen in die statistische Analyse mit einbezogen und untersucht werden.

10 Konsequenzen und Ausblick

Die Messung der Handgriffkraft kann als Prädiktor der Mortalität bzw. des Mortalitätsrisikos mit Einschränkungen verwendet werden. Als Einzelinstrument war sie nicht aussagekräftig und nur bedingt brauchbar, ein Trend des Einsatzes wurde aber deutlich. Die Handgriffkraft gibt gute Anhaltspunkte und sie kann als Mortalitätsindikator verwendet werden. Die jeweiligen Ergebnisse können aber nicht generalisiert werden, besonders nicht bei Frauen. Möglicherweise wäre das Ergebnis der Studien, in denen Frauen untersucht worden sind, anders ausgefallen, wenn in den Studien eine größere Anzahl von Probandinnen untersucht worden wäre. Der derzeitige Stand der Forschungsergebnisse lässt ein Verhältnis zwischen den zutreffenden und nicht zutreffenden Ergebnissen von 57% zu 43% zu.

Bei den untersuchten Männern liefern die Ergebnisse der Handgriffkraft einen wesentlichen Beitrag für die Vorhersage des Mortalitätsrisikos bzw. der Mortalität. Auch hier wären einige Ergebnisse anders ausgefallen, wenn eine größere Anzahl von Männern in der jeweiligen Studie untersucht worden wäre. Es hätten dann 75% der Studienergebnisse bestätigt, dass die Handgriffkraft die Mortalität bei Männern im Alter von 50 Jahren und älter vorhersagen kann. Derzeitig bestätigen 69% der Ergebnisse, dass die Handgriffkraft als Mortalitätsprädiktor verwendet werden kann.

Das deutlichste Resultat liefern jene Studienergebnisse, die sowohl Männer und Frauen als eine Studienpopulation untersuchten. 3/4 der Ergebnisse bestätigten, dass die Handgriffkraft von ≤ 50 jährigen Männern und Frauen als Gruppenuntersuchung die Mortalität vorhersagen kann. Wie auch bei den Einzelgruppenuntersuchungen von Männern und Frauen scheiterte ein eindeutigeres Ergebnis an zu kleinen Proband/innenzahlen. Ganze 96% hätten sonst die Verwendung der Handgriffkraft als Mortalitätsprädiktor von ≤ 50 jährigen Männern und Frauen in gemeinsamer Analyse bestätigt. Zurzeit können die Studienergebnisse dies zu 75% bestätigen. Der Rest sind leider nur Spekulationen.

In manchen Studien war die Handgriffkraft der einzige signifikante Mortalitätsprädiktor, der beste oder aufschlussreiche Ergebnisse liefern konnte und den Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und Mortalität bzw. einem erhöhten Mortalitätsrisiko beweisen konnte. Sie blieb auch nach Adjustierungen mit Störvariablen ein signifikantes Vorhersageinstrument.

Trotz der nicht bewiesenen Studienqualität, da alle Studien zu diesem Thema analysiert wurden, großen Unterschieden der Geschlechteraufteilung, bei den untersuchten Personen, Alter der Studien, deren Follow Up Zeit und Anzahl der Todesfälle bei

Ergebnissen beweisen viele Studien, dass die Handgriffkraft eine sehr große Rolle bei der Mortalitätsvorhersage spielt. Nur wurde oft eine zu kleine Personenanzahl untersucht, als dass ein statistischer Beweis über den Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und Mortalität geliefert hätte werden können.

Die zugrunde liegenden Studien zeigen den Weg für weitere Analysen und bestätigen hoffentlich den Einsatz und die Vorteile der Handgriffkraftmessung als leichte, unkomplizierte, transportable, effiziente und simple Testmethode bei älteren und alten Menschen, die vorteilhaft gegenüber großen Testbatterien sein kann und deren Wichtigkeit und deren alltäglichen Einsatz sich bei Aktivitäten des täglichen Lebens zeigt (Izawa et al., 2009; Meyer et al., 2000).

Der Zusammenhang zwischen der Muskelkraft bzw. der Handgriffkraft und der Mortalität im Alter ist anscheinend immer noch nicht eindeutig erforscht, die Mechanismen noch nicht ganz verstanden, aber von den Anfängen bis zum heutigen Datum wurden die Studien und deren Analysen immer komplexer und zeigten immer mehr brauchbare Ergebnisse.

In weiteren zukünftigen Studien sollten die genauen Hintergründe über den Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und Mortalität im Alter durch Ausschluss weiterer Störmechanismen genauer untersucht und geklärt werden, damit dem Einsatz der Handgriffkraftmessung als Mortalitätsprädiktor nichts mehr im Wege steht.

Literaturverzeichnis

- Al Snih, S., Markides, K. S., Ray, L., Ostir, G. V. & Goodwin, J. S. (2002). Handgrip strength and mortality in older Mexican Americans. *Journal of the American Geriatrics Society*, (50), 1250-1256. doi:10.1046/j.1532-5415.2002.50312.x
- Alfaro-Acha, A., Al Snih, S., Raji, M. A., Kuo, Y.-F., Markides, K. S. & Ottenbacher, J. K. (2006). Handgrip strength and cognitive decline in older Mexican Americans. *Journal of Gerontology A: Biological Sciences*, (61)8, 859-865. doi:10.1111/j.1532-5415.2005.53457.x
- Ali, N. A., O'Brien, Jr., J. M., Hoffmann, S. P., Phillips, G., Garland, A., Finley, J. C. W., ... Marsh, C. B. (2008). Acquired weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, (178), 261–268. doi:10.1164/rccm.200712-1829OC
- Anakwe, R. E., Huntley, J. S. & McEachan, J. E. (2007). Grip strength and forearm circumference in a healthy population. *Journal of Hand Surgery: European Volume*, 32(2), 203-209. doi:10.1016/J.JHSB.2006.11.003
- Andrews, G. J., Clark, M. & Luszcz, M. (2002). Successful aging in the Australian Longitudinal Study of Aging: applying the MacArthur Model crossnationally. *Journal of Social Issues*, (58)4, 749–765. doi:10.1111/1540-4560.00288
- Anstey, K., Luszcz, M., Giles, L. & Andrews, G. (2001). Demographic, health, cognitive and sensory variables as predictors of mortality in very old adults. *Psychology and Aging*, (16)1, 3-11. doi:10.1037/0882-7974.16.1.3
- Bachl, N., Schwarz, W. & Zeibig, J. (2006). *Fit ins Alter. Mit richtiger Bewegung jung bleiben*. Wien: Springer Verlag.
- Bassey, E. J. & Harries, U. J. (1993). Normal values for handgrip strength in 920 men and women aged over 65 years, and longitudinal changes over 4 years in 620 survivors. *Clinical Science*, (84), 331-337.
- Baumann, H. & Leye, M. (Hrsg.) (1997). *Bewegung und Sport mit älteren Menschen: wie - was - warum?* (Sport im Dialog Band 2). Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Beckers, E., Ehlen, J. J. & Luh, A. (2006). *Bewegung, Spiel und Sport im Alter. Neue Ansätze für Kompetentes Altern*. Köln: Sportverlag Strauß.
- Beenakker, K. G., Ling, C. H., Meskers, C. G., De Cran, A. J., Stijnen, T., Westendorp, R. G., ... (2010). Patterns of muscle strength loss with age in the general population and patients with a chronic inflammatory state. *Ageing Research Reviews*, 9(4), 431-436. doi.org/10.1016/j.arr.2010.05.005
- Bijlsma, A. Y., Meskers, C. G. M., Westendorp, R. G. J., & Maier, A. B. (2012). Chronology of age-related disease definitions: Osteoporosis and Sarcopenia. *Ageing Research Reviews*, 11, 320– 324. doi:10.1016/j.arr.2012.01.001
- Boeckh-Behrens, W.-U. & Buskies, W. (2006). *Fitnesskrafttraining – Die besten Übungen und Methoden für Sport und Gesundheit*. Hamburg: Rowohlt.
- Bohannon, R. W. (2008). Hand-grip dynamometry predicts future outcomes in aging adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, (31)1, 3-10. doi:10.1503/cmaj.091278
- Bohannon, R. W., Maljanian, R. & Ferullo, J. (2004). Mortality and readmission of the elderly one year after hospitalization for pneumonia. *Aging Clinical and Experimental Research*, 16(1), 22-25.
- Braumann, K.-M. (1998). Sport und Trainierbarkeit im Alter. In Mechling, H. (Hrsg.), *Sportmedizinische Ansätze für einen effektiven Alterssport. Training im Alterssport*. Schorndorf: Hofmann.

- Bross, R., Storer, T. & Bhasin, S. (1999). Aging and muscle loss. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 10(5), 194-198. Zugriff am 2. April 2012 unter http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MiamiImageURL&_cid=271121&_user=464554&_pii=S104327609800143X&_check=y&_origin=mlkt&_zone=rslt_list_item&_coverDate=1999-07-01&wchp=dGLzVlk-zSkWA&md5=9e26e1cf738d24e8216aedffb2bfa37c/1-s2.0-S104327609800143X-main.pdf
- Buford, T. W., Anton, S. D., Judge, A. R., Marzetti, E., Wohlgemuth, S. E., Carter, C. S., ... Manini, T. M. (2010). Models of accelerated Sarcopenia: Critical pieces for solving the puzzle of age-related muscle atrophy. *Ageing Research Reviews*, 9, 369–383. doi:10.1016/j.arr.2010.04.004
- Callahan, L. F., Pincus, T., Huston, J. W., Brooks, R. H., Nance, Jr. E. P. & Kaye, J. J. (1997). Measures of activity and damage in Rheumatoid Arthritis: depiction of changes and prediction of mortality over five years. *Arthritis Care and Research*, (10)6, 381-394. doi:10.1002/art.1790100606
- Carmeli, E., Coleman, R. & Reznick, A. Z. (2002). The biochemistry of aging muscle. *Experimental Gerontology*, 37(4), 477-489. Zugriff am 2. April 2012 unter http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=tag&searchtype=a&_st=17&PDF_DDM_MAX=20&count=125&sort=v&_chunk=0&NEXT_LIST=1&view=c&md5=0925ef8010b51dbaf8079a5f08a4ace7&_ArticleListID=1936864323&sisr_search=&TOTAL_PAGES=3&topPaginationBoxChanged=&pageNumberTop=1&topNext=Next+%3E&sisrterm=sarcopenia&pdfDownload=&bottomPaginationBoxChanged=&pageNumberBottom=1&displayPerPageFlag=f&resultsPerPage=50
- Castillo, E. M., Goodman-Gruen, D., Kritz-Silverstein, D., Morton, D. J., Wingard, D. L. & Barrett-Connor, L. (2003). Sarcopenia in elderly men and women. The Rancho Bernardo Study. *American Journal of Preventive Medicine*, 25(3), 226-231. doi:10.1016/S0749-3797(03)00197-1
- Chang, Y.-T., Wu, H.-W. Guo, H.-R., Cheng, Y.-Y., Tseng, C.-C., Wang, M.-C., ... Sung, J.-M. (2011). Handgrip strength is an independent predictor of renal outcomes in patients with chronic kidney diseases. *Nephrology and Dialysis Transplantation*, (26)11, 3588-3595. doi:10.1093/ndt/gfr013
- Colín-Ramírez, E., Orea-Tejeda, A., Castillo-Martínez, L., Montaña-Hernández, P., Sánchez-Ramírez, A., Pineda-Juárez, J. A., ... (2011). Malnutrition syndrome, but not Body Mass Index, is associated to worse prognosis in heart failure patients. *Clinical Nutrition*, (30)6, 753-758. doi:10.1016/j.clnu.2011.07.005
- Cook, J. W., Pierson, L. M., Herbert, W. G., Norton, H. J., Fedor, J. M., Kiebzak, G. M., ... Robicsek, F. (2001). The influence of patient strength, aerobic capacity and body composition upon outcomes after coronary artery bypass grafting. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, (49)2, 89-93. doi:10.1055/s-2001-11703
- Cordeiro, A. C., Qureshi, A. R., Stenvinkel, P., Heimbürger, O., Axelsson, J., Barany, P., ... Carrero, J. J. (2010). Abdominal fat deposition is associated with increased inflammation, protein–energy wasting and worse outcome in patients undergoing haemodialysis. *Nephrology and Dialysis Transplantation*, (25), 562–568. doi:10.1093/ndt/gfp492
- Cournil, A., Jeune, B., Skytthe, A., Gampe, J., Passarino, G. & Robine, J.-M. (2010). Handgrip strength: indications of paternal inheritance in three European regions. *Journal of Gerontology A: Biological Sciences*, (65A)10, 1101–1106. doi:10.1093/gerona/gfq098

- Cruz-Jentoft, A. J., Bayens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cenderholm, T., Landi, F., ... Zamboni, M. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 1–12. doi:10.1093/ageing/afq034
- Daug, R. (2001). *Aktivität und Altern*. (Schriftenreihe des Bundesinstitutes für Sportwissenschaft, 107). Schorndorf: Hofmann.
- Deary, I. J., Whalley, L.-J., Batty, G. D. & Starr, J. M. (2006). Physical fitness and lifetime cognitive change. *Neurology*, (67), 1195-1200. doi:10.1212/01.wnl.0000238520.06958.6a
- Denk, H. (Hrsg.), Pache, D. & Schaller, H.-J. (2003). *Handbuch Alterssport. Grundlagen – Analysen – Perspektiven*. (Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport, Band 139). Schorndorf: Verlag Hofmann.
- Depp, C., A., & Jeste, D., V. (2006). Definition and predictors of successful aging: a comprehensive review of larger quantitative studies. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, (14)1, 6-20. Zugriff am 7. Oktober 2011 unter <http://focus.highwire.org/cgi/reprint/7/1/137>
- Der kleine Duden Fremdwörterbuch (1991). Mannheim: Dudenverlag.
- Ditroilo, M., Forte, R., Benelli, P., Gambarara, D. & De Vito G. (2010). Effects of age and limb dominance on upper and lower limb muscle function in healthy males and females aged 40-80 years. *Journal of Sports Science*, 28(6), 667-677. doi:10.1080/02640411003642098
- Dong, J., Li, Y., Xu, Y. & Xu, R. (2011). Daily protein intake and survival in patients on peritoneal dialysis. *Nephrology and Dialysis Transplantation*, (26)11, 3715-3721. doi:10.1093/ndt/gfr142
- Dreyer, H.-C., & Volpi, E. (2005). The role of protein and amino acids in the pathophysiology and treatment of Sarcopenia. *Journal of the American College of Nutrition*, 24(2), 140S–145S. Zugriff am 2. April 2012 unter <http://www.jacn.org/content/24/2/140S.full.pdf+html>
- El Haber, N., Erbas, B., Hill, K. D. & Wark, J. D. (2008). Relationship between age and measures of balance, strength and gait: linear and non-linear analyses. *Clinical Science*, 114(12), 719-27. doi:10.1042/CS20070301
- Evans, W. J. & Campbell, A. W. W. (1993). Sarcopenia and age-related changes in body composition and functional capacity. Symposium: Aging and Body Composition: technological advances and physiological interrelationships. *Journal of Nutrition*, (123), 465-468. Zugriff am 2. April 2012 unter http://jn.nutrition.org/content/123/2_Suppl/465.full.pdf
- Femia, E. E., Zarit, S., H. & Johansson, B. (2001). The disablement process in very late life: a study of the oldest-old in Sweden. *Journal of Gerontology*, (56B)1, P12-P23. doi:10.1093/geronb/56.1.P12
- Ferreira, L., Gobbi, S. & Gobbi, L. T. (2009). An explanatory mechanism for the different decline in limb strength in older women. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 49(3), 373-377. doi.org/10.1016/j.archger.2008.12.002
- Forrest, K. Y. Z., Bunker, C. H., Sheu, Y., Wheeler, V. W., Patrick, A. L. & Zmuda, J. M. (2012). Patterns and correlates of grip strength change with age in Afro-Caribbean men. First published online: March 29, 2012. *Age Ageing* (2012). doi:10.1093/ageing/afs030
- Fremdwörterbuch (1995). Bindlach: Gondrom.
- Folkis, W. W. (1975). *Mechanismen des Alterns*. Berlin: Akademie Verlag.

- Fujita, Y., Nakamura, Y., Hiraoka, J., Kobayashi, K., Sakata, K., Nagai, M. ... (1995). Physical-strength tests and mortality among visitors to Health-Promotion Centers in Japan. *Journal of Clinical Epidemiology*, (48)11, 1349-1359. doi:10.1016/0895-4356(95)00533-1
- Gale, C. R., Martyn, C. N., Cooper, C. & Sayer, A. A. (2007). Grip strength, body composition, and mortality. *International Journal of Epidemiology*, (36), 228–235. doi:10.1093/ije/dyl224
- Goldspink, G. (2012). Age-related loss of muscle mass and strength. *Journal of Aging Research*, 2012, 1-11. doi:10.1155/2012/158279
- Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., Schwartz, A. V., ... Newman, A. B. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: The Health, Aging and Body Composition Study. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 61A(10), 1059–104. Zugriff am 2. April 2012 unter <http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/content/61/10/1059.full.pdf+html>
- Gottlob, A. (2007). *Differenziertes Krafttraining mit Schwerpunkt Wirbelsäule*. München: Urban & Fischer.
- Guo, Q., Bárány, P., Qureshi, A. R., Snaedal, S., Heimbürger, O., Stenvinkel, P., ... Axelsson, J. (2009). N-terminal pro-brain natriuretic peptide independently predicts protein energy wasting and is associated with all-cause mortality in prevalent HD patients. *American Journal of Nephrology*, 2009(29), 516-523. doi:10.1159/000185628
- Heimbürger, O., Qureshi, A. R., Blaner, W. S., Berglund, L. & Stenvinkel, P. (2000). Hand-grip muscle strength, lean body mass, and plasma proteins as markers of nutritional status in patients with chronic renal failure close to start of dialysis therapy. *American Journal of Kidney Diseases*, (36)6, 1213-1225. doi:10.1053/ajkd.2000.19837
- Hollmann, W. & Strüder, H. K. (2009). *Sportmedizin-Grundlagen für körperliche Aktivität, Training und Präventivmedizin*. (5.Auflage). Stuttgart: Schattauer.
- Hollmann, W. (2006). *Gesund und leistungsfähig bis ins hohe Alter*. Lahr: Kaufmann.
- Hunter, S. K., Thompson, M. W. & Adams, R. D. (2000). Relationships among age-associated strength changes and physical activity level, limb dominance, and muscle group in women. *Journal of Gerontology: Biological Sciences*, 55A(6), B264–B273. doi:10.1093/gerona/55.6.B264
- Israel, S. (1998). Sportmedizinische Ansätze für einen effektiven Alterssport. In: Mechling, H. (Hrsg.), *Training im Alterssport*. Schorndorf: Hofmann.
- Izawa, K., Watanabe, S., Osada, N., Kasahara, Y., Yokoyama, H., Hiraki, K., ... Omiya, K. (2009). Handgrip strength as a predictor of prognosis in Japanese patients with congestive heart failure. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, (16)1, 21-27.
- Jansen, C. W., Niebuhr, B. R., Coussirat, D. J., Hawthorne, D., Moreno, L. & Phillip, M. (2008). Hand force of men and women over 65 years of age as measured by maximum pinch and grip force. *Journal of Aging and Physical Activity*, 16(1), 24-41.
- Kalfarentzos, F., Spiliotis, J., Velimezis, G., Dougenis, D. & Androulakis, J. (1989). Comparison of forearm muscle dynamometry with nutritional prognostic index, as a preoperative indicator in cancer patients. *Journal of Parenter and Enteral Nutrition*, (13), 34-36.

- Katzmarzyk, P. & Craig, C. L. (2002). Musculoskeletal fitness and risk of mortality. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, (34)5, 740-744. doi:10.1097/00005768-200205000-00002
- Keogh, J. W., Morrison, S. & Barrett, R. (2007). Strength training improves the tri-digit finger-pinch force control of older adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88, 1055–1063. doi:10.1016/j.apmr.2007.05.014
- Klidjian, A. M., Archer, T. J., Foster, K. J. & Karran, S. J. (1982). Detection of dangerous malnutrition. *Journal of Parenteral Enteral Nutrition*, (6), 119-121. doi:10.1177/0148607182006002119
- Koffler, K. H., Menkes, A., Redmond, R., Whitehead, W. E., Pratley, R. E. & Hurley, B. F. (1992). Strength training accelerates gastrointestinal transit in middle-aged and older men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, (24)1, 415-419.
- Koopman, R. & van Loon, L. J. C. (2009). Aging, exercise, and muscle protein metabolism. *Journal of Applied Physiology*, 106, 2040-2048. doi:10.1152/jappphysiol.91551.2008
- Koster, A., Visser, M., Simonsick, E. M., Yu, B., Allison, D. B., Newman, A. B., ... Harris, T. B. (2010). Association between fitness and changes in body composition and muscle strength. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(2), 219-226. doi:10.1111/j.1532-5415.2009.02681.x
- Kuh, D., Bassey, E. J., Butterworth, S., Hardy, R. & Wadsworth, M. E. J. (2005). Grip strength, postural control, and functional leg power in a representative cohort of British men and women: Associations with physical activity, health status, and socioeconomic conditions. *Journal of Gerontology*, (60A)2, 224-231. doi:10.1093/gerona/60.2.224
- Laszkiewicz, S., Szymczak, S. & Cebrat, S. (2003). Prediction of the human life expectancy. *Theory in Biosciences*, 122(4), 313-320. doi:10.1007/s12064-003-0060-9
- Laukkanen, P., Heikkinen, E. & Kauppinen, M. (1995). Muscle strength and mobility as predictors of survival in 75-84-year old people. *Age and Ageing*, (24), 468-473. doi:10.1093/ageing/24.6.468
- Lee, J. S. W., Auyeung, T.-W., Kwok, T., Lau, E. M. C., Leung, P.-C. & Woo, J. (2007). Associated factors and health impact of Sarcopenia in older Chinese men and women: a cross-sectional study. *Gerontology*, (43), 404-410. doi:10.1159/000107355
- Ling, C. H. L., Taekema, D., de Craen, A. J. M., Gussekloo, J., Westendorp, R. G. J. & Maier, A. B. (2010). Handgrip strength and mortality in the oldest old population: the Leiden 85-plus Study. *Canadian Medical Association Journal*, 182(5), 429-435. doi:10.1503/cmaj.091278
- Lynch, N. A., Metter, E. J., Lindle, R. S., Fozard, J. L., Tobin, J. D., Roy, T. A., ... Hurley, B. F. (1999). Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *Journal of Applied Physiology*, 86, 188-194. Zugriff am 2. April 2012 unter <http://jap.physiology.org/content/86/1/188.full.pdf+html>
- Malafarinaa, V., Úriz-Otanoa, F., Iniesta, R. & Gil-Guerrero, L. (2012). Sarcopenia in the elderly: Diagnosis, physiopathology and treatment. *Maturitas*, 71, 109–114. doi:10.1016/j.maturitas.2011.11.012
- Manini, T. M. & Clark, B. C. (2012). Dynapenia and Aging: An Update. *Journal of Gerontology. Biological Science and Medical Science*, 67A(1), 28-40. doi:10.1093/gerona/glr010

- Marzetti, E., Hwang, J. C. Y., Lees, H. A., Wohlgemuth, S. E., Dupont-Versteegden, E. E., Carter, C. S., ... Leeuwenburgh, C. (2010). Mitochondrial death effectors: Relevance to Sarcopenia and disuse muscle atrophy. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1800, 235–244. doi:10.1016/j.bbagen.2009.05.007
- Matsumoto, A. M. (2002). Andropause: Clinical implications of the decline in serum testosterone levels with aging in men. *Journal of Gerontology: Medical Sciences in the Public Domain*, 57A(2), M76–M99. Zugriff am 2. April 2012 unter <http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/content/57/2/M76.full.pdf+html>
- Kostek, M. C., Delmonico, M. J., Reichel, J. B., Roth, S. M., Douglass, L., Ferrell, R. E. (2005). Muscle strength response to strength training is influenced by insulin-like growth factor 1 genotype in older adults. *Journal of Applied Physiology*, 98, 2147–2154. doi:10.1152/jappphysiol.00817.2004
- McKinnell, I.-W. & Rudnicki, M. A. (2004). Molecular mechanisms of muscle atrophy. *Cell*, 119(7), 907-910. Zugriff am 2. April 2012 unter http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=tag&searchtype=a&_st=17&PDF_DDM_MAX=20&count=125&sort=v&_chunk=0&NEXT_LIST=1&view=c&md5=0925ef8010b51dbaf8079a5f08a4ace7&_ArticleListID=1936864323&sisr_search=&TOTAL_PAGES=3&topPaginationBoxChanged=&pageNumberTop=1&topNext=Next+%3E&sisrterm=sarcopenia&pdfDownload=&bottomPaginationBoxChanged=&pageNumberBottom=1&displayPerPageFlag=f&resultsPerPage=50
- Mechling, H. (Hrsg.) (1998). *Training im Alterssport. Sportliche Leistungsfähigkeit und Fitneß im Altersprozeß*. (Symposiumsbericht Universität Bonn 22. bis 24. Mai 1997. Veranstalter Institut für Sportwissenschaft und Sport der Universität Bonn). Schorndorf: Verlag Karl Hofmann.
- Mertens, K. (Hrsg.). (1997). Die Schulung der Kraft im Seniorenalter – Ansätze und Rahmenbedingungen für Aktivierungsprogramme. Kriegel, V.G. In: *Aktivierungs-Programme für Senioren*. Dortmund: Verlag modernes Lernen.
- Metter, E. J., Conwit, R., Tobin, J. & Fozard, J. L. (1997). Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *Journal of Gerontology: Biological Sciences*, (52a)5, B267-B276.
- Metter, E. J., Talbot, L. A., Schrager, M. & Conwit, R. (2002). Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. *Journal of Gerontology*, (57A)10, B359–B365. doi:10.1093/gerona/57.10.B359
- Meyer, H. E., Tverdal, A., Falch, J. A. & Pedersen, J. I. (2000). Factors associated with mortality after hip fracture. *Osteoporos International*, (11), 228–232. doi:10.1007/s001980050285
- Milne, J. S. & Maule, M. M. (1984). A longitudinal study of handgrip and dementia in older people. *Age and Ageing*, 13(1), 42-48.
- Mitchell, D. M., Spitz, P. W., Young, D. Y., Bloch, D. A., McShane, D. J. & Fries, J. F. (1986). Survival, prognosis, and causes of death in rheumatoid patients. *Arthritis and Rheumatism*, (29), 706-714.
- Morley, J. E., Baumgartner, R. N., Roubenoff, R., Mayer, J. & Sreekumaran, N. (2001). Sarcopenia. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 137(4), 231-243. doi:10.1067/mlc.2001.113504
- Müller, J. (2012). Zugriff am 2. April 2012 unter <http://www.zitate.de>
- Nair, K. N. (2004). Aging muscle. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81, 953–963. Zugriff am 2. April 2012 unter <http://www.ajcn.org/content/81/5/953.full.pdf+html>

- Newman, A. B., Haggerty, C. L., Goodpaster, B., Harris, T., Kritchevsky, S., Nevitt, M., ... Visser, M. (2003). Strength and muscle quality in a well-functioning cohort of older adults: The Health, Aging and Body Composition Study. *Journal of American Geriatrics Society*, 51, 323–330. doi:10.1046/j.1532-5415.2003.51105.x
- Newman, A. B., Kupelian, V., Visser, M., Simonsick, E. M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., ... Harris, T. B. (2006). Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the Health, Aging and Body Composition Study Cohort. *Journal of Gerontology A: Biological Sciences*, (61), 72–77. Zugriff am 4. November 2011 unter http://www.cenegenicsfoundation.org/library/library_files/Strength_but_not_muscle_mass_is_associated_with_mortality_in_the_Health_Aging_and_Body_Composition_Study_Cohort.pdf
- Newman, A. B., Yanez, D., Harris, T., Duxbury, A., Enright, P. L. & Fried, L. P. (2001). Weight change in old age and its association with mortality. *Journal of the American Geriatrics Society*, (49), 1309-1318. doi:10.1046/j.1532-5415.2001.49258.x
- Norman, K., Stobaus, N., Zocher, D., Bosy-Westphal, A., Szramek, A., Scheufele, R., ... Pirlich, M. (2010). Cutoff percentiles of bioelectrical phase angle predict functionality, quality of life, and mortality in patients with cancer. *American Journal of Clinical Nutrition*, (92), 612–619. doi:10.3945/ajcn.2010.29215
- Nybo, H., Petersen, H. C., Gaist, D., Jeune, B., Andersen, K., McGue, M., ... Christensen, K. (2003). Predictors of mortality in 2,249 nonagenarians – The Danish 1905-Cohort Survey. *Journal of the American Geriatrics Society*, (51)10, 1365-1373. doi:10.1046/j.1532-5415.2003.51453.x
- Oksuzyan, A., Crimmins, E., Saito, Y., O'Rand, A., Vaupel, J. W. & Christensen, K. (2010). Cross-national comparison of sex differences in health and mortality in Denmark, Japan and the US. *European Journal of Epidemiology*, (25)7, 471–480. doi:10.1007/s10654-010-9460-6
- Pereira, A., Izquierdo E, M., Silva, A. J., Costa, A. M., Bastos, E., González-Badillo & J. J., ... (2012). Effects of high-speed power training on functional capacity and muscle performance in older women. *Experimental Gerontology*, 47, 250–255. doi:10.1016/j.exger.2011.12.010
- Petersona, M. D., Rheab, M. R., Senc, A. & Gordona, P. M. (2010). Resistance exercise for muscular strength in older adults: A meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 9, 226–237. doi:10.1016/j.arr.2010.03.004
- Phillips, P. (1986). Grip strength, mental performance and nutritional status as indicators of mortality risk among female geriatric patients. *Age and Ageing*, 15(1), 53-56.
- Pincus T., Brooks, R. & Callahan, L. F. (1994). Prediction of long term mortality in patients with rheumatoid arthritis according to simple questionnaire and joint count measures. *Annals of Internal Medicine*, (120)1, 26-34. Zugriff am 4. November 2011 unter <http://www.annals.org/content/120/1/26.full.pdf+html>
- Pincus, T., Callahan, L. F. & Vaughn, W. K. (1987). Questionnaire, walking time and button test measures of functional capacity as predictive markers for mortality in rheumatoid arthritis. *Journal of Rheumatology*, (14)2, 240-251.
- Pincus, T., Callahan, L. F., Sale, W. G., Brooks, A. I., Payne, L. E. & Vaughn, W. K. (1984). Severe functional declines, work disability, and increased mortality in seventy-five rheumatoid arthritis patients studied over nine years. *Arthritis and Rheumatism*, (27)8, 864-872.

- Ranganathan, V. K., Siemionow, V., Sahgal, V. & Yue, G. H. (2001). Effects of aging in hand function. *Journal of the American Geriatric Society*, (49)11, 1478-1484. doi:10.1046/j.1532-5415.2001.4911240.x
- Rantanen, T. (2003). Muscle strength, disability and mortality. *Journal of Medicine and Science in Sports*, (13), 3-8. doi:10.1034/j.1600-0838.2003.00298.x
- Rantanen, T., Guralnik, J. M., Foley, D., Masaki, K., Leveille, S., Curb, D., ... (1999). Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. *Journal of the American Medical Association*, (281)6, 558-560. doi:10.1001/jama.281.6.558
- Rantanen, T., Harris, T., Leveille, S. G., Visser, M., Foley, D., Masaki, K., ... (2000). Muscle strength and Body Mass Index as long-term predictors of mortality in initially healthy men. *Journal of Gerontology*, (55)3, M168–M173. doi:10.1093/gerona/55.3.M168
- Rantanen, T., Masaki, K., Foley, D., Izmirlian, G., Weiß, L. & Guralnik, J. M. (1998). Grip strength changes over 27 yr in Japanese-American men. *Journal of Applied Physiology*, 85(6), 2047-2053. Zugriff am 12. März 2008 unter <http://jap.physiology.org/content/85/6/2047.full.pdf+html>
- Rantanen, T., Volpato, S., Ferrucci, L., Heikkinen, E., Fried, L. P. & Guralnik, J. M. (2003). Handgrip strength and cause-specific and total mortality in older disabled women: exploring the mechanism. *Journal of the American Geriatrics Society*, (51), 636–641. doi:10.1034/j.1600-0579.2003.00207.x
- Reed, D. M., Foley, D. J., White, L. R., Heimovitz, H., Burchfiel, C. M. & Masaki, K. (1998). Predictors of healthy aging in men with high life expectancies. *American Journal of Public Health*, (88)10, 1463-1468. doi:10.2105/AJPH.88.10.1463
- Regelin, P., Winkler, J., Nieder, F. & Brach, M. (2007). *Fit bis ins hohe Alter*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Ribom, E. L., Mellström, D., Ljunggren, Ö. & Karlsson, M. K. (2011). Population-based reference values of handgrip strength and functional tests of muscle strength and balance in men aged 70-80 years. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 53(2), e114-e117. doi.org/10.1016/j.archger.2010.07.005
- Rogers, M. A. & Evans, W. J., (1993). Changes in skeletal muscle with aging: Effects of exercise training. *Exercise and Sports Science Reviews*, (21), 65-102.
- Rollan, Y., Lauwers-Cances, V., Cesari, M., Vellas, B., Pahor, M. & Grandjean, H. (2006). Physical performance measures as predictors of mortality in a cohort of community-dwelling older french women. *European Journal of Epidemiology*, (21), 113-122. doi:10.1007/s10654-005-5458-x
- Roubenoff, R. (2003). Sarcopenia: Effects on body composition and function. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 58A(11), 1012–1017. Zugriff am 2. April 2012 unter <http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/content/58/11/M1012.full.pdf+html>
- Saini, A., Faulkner, S., Al-Shanti, N. & Stewart, S. (2009). Powerful signals for weak muscles. *Ageing Research Reviews*, 8, 251–267. doi:10.1016/j.arr.2009.02.001
- Sanchis-Gomar, F., Gómez-Cabrera, M. C. & Viña, J. (2011). The loss of muscle mass and Sarcopenia: Non hormonal intervention. *Experimental Gerontology*, 46, 967–969. doi:10.1016/j.exger.2011.08.012
- Sasaki, H., Kasagi, F., Yamada, M. & Fujita, M. (2007). Grip strength predicts cause-specific mortality in middle-aged and elderly persons. *The American Journal of Medicine*, (120)4, 337-342. doi:10.1016/j.amjmed.2006.04.018

- Sayer, A. A., Syddall, H. E., Martin, H. J., Dennison, E. M., Roberts, H. C. & Cooper, C. (2006). Is grip strength associated with health-related quality of life? Findings from the Hertfordshire Cohort Study. *Age and Ageing*, (35), 409–415. doi:10.1093/ageing/af1024
- Schalk, B. W. M., Deeg, D. J. H., Penninx, B. W. J. H., Bouter L. M. & Visser, M. (2005). Serum albumin and muscle strength: A longitudinal study in older men and women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53, 1331–1338. doi:10.1111/j.1532-5415.2005.53417.x
- Scheid, V. (Hrsg.) & Prohl, R. (Hrsg.). (2007). *Sportbiologie. Kursbuch Sport*. Liebsheim: Limpert Verlag.
- Schnabel, G., Harre, D., Krug, J. & Borde, A. (Hrsg.). (2003). *Trainingswissenschaft. Leistung – Training – Wettkampf*. Berlin: Sportverlag Berlin.
- Seguin, R. & Nelson, M. E. (2003). The benefits of strength training for older adults. *American Journal of Preventive Medicine*, 25(3Sii), 141–149. doi:10.1016/S0749-3797(03)00177-6
- Shechtman, O., Mann, W. C., Justiss, M. D. & Tomita, M. (2004). Grip strength in the frail elderly. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, (83)11, 819–826. doi:10.1097/01.PHM.0000143398.00788.4E
- Shepard, R. J. (1998). Physical activity in an aging population. Implications for health. In: Mechling, H. (Hrsg.), *Training im Alterssport*. Schorndorf: Hofmann.
- Shibata, H., Haga, H., Nagai, H., Suyama, Y., Yasumura, S., Koyano, W., ... (1992). Predictors of all-cause mortality between ages 70 and 80: the Koganei Study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, (14), 283-297.
- Snijders, T., Verdijk, L. B. & van Loon, L. J. C. (2009). The impact of Sarcopenia and exercise training on skeletal muscle satellite cells. *Ageing Research Reviews*, 8, 328–338. doi:10.1016/j.arr.2009.05.003
- Statistik Austria (2012, 2. März) Zugriff am 2. April 2012 unter http://www.statistik.at/web_de/statistiken/bevoelkerung/bevoelkerungsstruktur/bevoelkerung_nach_alter_geschlecht/index.html
- Stenholm, S., Sainio, P., Rantanen, T., Koskinen, S., Jula, A., Heliövaara, M., ... (2007). High Body Mass Index and physical impairments as predictors of walking limitation 22 years later in adult Finns. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 62A(8), 859-865. Zugriff am 2. April 2012 unter <http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/content/62/8/859.full.pdf+html>
- Stenvinkel, P., Barany, P., Chung, S. H., Lindholm, B. & Heimbürger, O. (2002). A comparative analysis of nutritional parameters as predictors of outcome in male and female ESRD patients. *Nephrology Dialysis Transplantation*, (17), 1266-1274. Zugriff am 9. Februar 2008 unter <http://ndt.oxfordjournals.org/content/17/7/1266.full.pdf+html>
- Suárez-Santamaría, M., Santolaria, F., Pérez-Ramírez, A., Alemán-Valls, M. R., Martínez-Riera, A., González-Reimers, E., ... Milena, A. (2010). Prognostic value of inflammatory markers (notably cytokines and procalcitonin), nutritional assessment, and organ function in patients with sepsis. *European Cytokine Network*, (21)1, 19-26. doi:10.1684/ecn.2009.0185
- Syddall, H., Cooper, C., Martin, F., Briggs, R. & Sayer, A. A. (2003). Is grip strength a useful single marker of frailty? *Age and Ageing*, (32), 650–656. doi:10.1093/ageing/afg111

- Taekema, D. G., Ling, C. H. Y., Blauw, G. J., Meskers, C. G., Westendorp, R. G. J., de Craen, A. J. M., ... (2011). Circulating levels of IGF1 are associated with muscle strength in middle-aged- and oldest-old women. *European Journal of Endocrinology*, (164), 189–196. [doi:10.1530/EJE-10-0703](https://doi.org/10.1530/EJE-10-0703)
- Takata, Y., Ansai, T., Soh, I., Awano, S., Yoshitake, Y., Kimura, Y., ... Nishihara, T. (2011). Physical fitness and 6.5-year mortality in an 85-year-old community-dwelling population. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, (54)1, 28-33. [doi:10.1016/j.archger.2011.04.014](https://doi.org/10.1016/j.archger.2011.04.014)
- Takata, Y., Ansai, T., Akifusa, S., Soh, I., Yoshitake, Y., Kimura, Y., ... Takehara, T. (2007). Physical fitness and 4-year mortality in an 80-year-old population. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, (62A)8, 851–858. Zugriff am 23. April 2009 unter <http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/content/62/8/851.full.pdf+html>
- Theimer, W. (1973). *Altern und Alter*. Stuttgart: Thieme.
- Vecchiarino, P., Bohannon, R. W., Ferullo, J. & Maljanian, R. (2004). Short-term outcomes and their predictors for patients hospitalized with community-acquired pneumonia. *Heart and Lung*, (33)5, 301-307. [doi:10.1016/j.hrtlng.2004.03.007](https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2004.03.007)
- Vianna, L. C., Oliveira, R. B. & Araujo, C. G. (2007). Age-related decline in handgrip-strength differs according to gender. *Journal of Strength and Conditioning Research*, (21)4, 1310-1314. [doi:10.1519/R-23156.1](https://doi.org/10.1519/R-23156.1)
- Visser, J., Mans, E., de Visser, M., Van den Berg-Vos, R. M., Franssen, H., de Jong, J. M., ... de Haan, R. J. (2003). Comparison of maximal voluntary isometric contraction and hand-held dynamometry in measuring muscle strength of patients with progressive lower motor neuron syndrome. *Neuromuscular Disorder*, (13), 744–750. [doi:10.1016/S0960-8966\(03\)00135-4](https://doi.org/10.1016/S0960-8966(03)00135-4)
- Visvanathana, R. & Chapman, I. (2010). Preventing sarcopaenia in older people. *Maturitas*, 66, 383–388. [doi:10.1016/j.maturitas.2010.03.020](https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2010.03.020)
- Wang, A. Y.-M., Sea, M. M.-M., Ho, S. S. Y., Lui, S.-F., Li, P. K.-T. & Woo, J. (2005). Evaluation of handgrip strength as a nutritional marker and prognostic indicator in peritoneal dialysis patients¹⁻³. *American Journal of Clinical Nutrition*, (81), 79–86. Zugriff am 9. Februar 2008 unter <http://www.ajcn.org/content/81/1/79.full.pdf+html>
- Webb, A. R., Newman, L. A., Taylor, M. & Keogh, J. B. (1989). Handgrip dynamometry as predictor of postoperative complications. Reappraisal using age standardized grip strengths. *Journal of Parenter Enteral Nutrition*, (13), 30-33. [doi:10.1177/014860718901300130](https://doi.org/10.1177/014860718901300130)
- Weineck, J. (2004). *Sportbiologie*. Balingen: Spitta Verlag.
- Weineck, J. (2007). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings*. Balingen: Spitta Verlag.
- Weltgesundheitsorganisation (2002 April). Ein Beitrag der Weltgesundheitsorganisation (World Health Organisation) für die zweite UN-Weltversammlung zu Altersfragen. Zugriff am 2. April 2012 unter http://whqlibdoc.who.int/hq/2002/WHO_NMH_NPH_02.8_ger.pdf
- Weon, B. M. & Je, J. H. (2009). Theoretical estimation of maximum human lifespan. *Biogerontology*, 10, 65–71. [doi:10.1007/s10522-008-9156-4](https://doi.org/10.1007/s10522-008-9156-4)
- Willcox, B. J., He, Q., Chen, R., Yano, K., Masaki, K. H., Grove, J. S., ... Curb, J. D. (2006). Midlife risk factors and healthy survival in men. *Journal of the American Medical Association*, (296)19, 2343-2350. [doi:10.1001/jama.296.19.2343](https://doi.org/10.1001/jama.296.19.2343)

- Williams, S. L., Ferrigno, L., Mora, P., Rosmini, F. & Maraini, G. (2002). Baseline cataract type and 10-year mortality in the Italian-American Case-Control Study of Age-related Cataract. *American Journal of Epidemiology*, (156)2, 127-131. doi:10.1093/aje/kwf012
- Wilmoth, J. R., Deegan, L. J., Lundström, H. & Horiuchi, S. (2000). Increase of maximum life-span in Sweden, 1861 – 1999. *Science*, 289, 2366-2368. Zugriff am 2. April 2012 unter <http://hanson.gmu.edu/ec496/sources/maxlife.pdf>
- Wunderli, J. (1979). *Mensch und Altern*. Basel: Karger.
- Xue, Q. L., Beamer, B. A., Chaves, P. H. M., Guralnik, J. M. & Fried, L. P. (2010). Heterogeneity in rate of decline in grip, hip, and knee strength and the risk of all-cause mortality: The Women's Health and Aging Study II. *Journal of the American Geriatrics Society*, (58), 2076–2084. doi:10.1111/j.1532-5415.2010.03154.x

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Modell zur Prüfung des Sarkopenierisikos (Cruz-Jentoft et al., 2010, S. 9)	35
---	----

Tabellenverzeichnis

Tab.1: Standardnormwerte der Handgriffkraft von Meusel (1999)	43
Tab.2: Handgriffkraftwerte der Männer (Durchschnitt der Messung der linken und rechten Hand) von Fujita et al. (1995).....	62
Tab.3: Handgriffkraftwerte der Frauen (Durchschnitt der Messung der linken und rechten Hand) von Fujita et al. (1995).....	62
Tab.4: Fitness Score Level von Cook et al. (2001)	69
Tab.6: Handgriffkraftviertel der Männer von Al Snih et al. (2002)	72
Tab.7: Handgriffkraftviertel der Frauen von Al Snih et al. (2002)	73
Tab.8: Vergleich der Handgriffkraftwerte von Verstorbenen und Überlebenden von Metter et al. (2002)	74
Tab.9: Funktionelle Klassifizierung der Altersstufen von Andrews et al. (2002)	75
Tab.10: Handgriffkraftviertel der Männer von Nybo et al. (2003)	78
Tab.11: Handgriffkraftviertel der Frauen von Nybo et al. (2003)	78
Tab. 12: Handgriffkraftdrittel der Gesamtkohorte von Wang et al. (2005).....	81
Tab.13: Ergebnisse der Handgriffkraftwerte beider Geschlechter mittels multivariater Cox Analyse mit Adjustierungen von Takata et al. (2011)	102
Tab.14: Ergebnisse der Handgriffkraftwerte der Analyse zwischen beiden Geschlechtern und Adjustierung mit Serum Level des totalen Cholesterins von Takata et al. (2011)	102
Tab. 15: Prozentuale Verteilung der Überlebensraten der Handgriffkraftgruppen von Mitchell et al. (1986).....	103
Tab.16: Handgriffkraft und IRR beider Geschlechter von Anstey et al. (2001).....	106
Tab.17: Handgriffkraft und IRR beider Geschlechter nach Adjustierung mit demographischen Charakteristika von Anstey et al. (2001).....	106
Tab.18: Handgriffkraft und Mortalitätswahrscheinlichkeit von Ali et al. (2008)	110

Tab. 19: Ergebnisse der Handgriffkraftwerte beider Geschlechter mittels der multivariaten Cox Analyse mit Adjustierungen von Takata et al. (2011)	113
Tab. 20: Ergebnisse der Handgriffkraftwerte der Analyse zwischen beiden Geschlechtern und Adjustierung mit Serum Leveln des totalen Cholesterins von Takata et al. (2011) ..	113
Tab.21: Werte der Handgriffkraftviertel bei Männern und das Mortalitätsrisiko von Nybo et al. (2003)	123
Tab.22: Handgriffkraftwerte der lebenden und verstorbenen Männer von Takata et al. (2011)	126
Tab.23: Handgriffkraftwerte der lebenden und verstorbenen Frauen von Takata et al. (2011)	130
Tab.24: Handgriffkraftgruppen der Frauen von Rantanen et al. (2003)	133
Tab.25: Handgriffkraftviertel der Frauen und das Mortalitätsrisiko von Nybo et al. (2003)	134
Tab.26: Handgriffkraftwerte der Frauen im Zeitverlauf von Xue et al. (2010).....	136
Tab.27: Anzahl der Studienergebnisse, die die Verwendung der Handgriffkraft als Mortalitätsprädiktor bestätigen	139
Tab.28: Anzahl der Studien, deren Ergebnisse den Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der Mortalität bestätigten.....	140
Tab.29: Anzahl der Studien, deren Ergebnisse den Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft und der Mortalität nicht bestätigten	140
Tab.30: Studien, die für beide Geschlechter oder Männer oder Frauen keinen Beweis ohne gegenteiliges Ergebnis erbrachten, dass die Handgriffkraft zur Mortalitätsvorhersage verwendet werden kann.....	141
Tab.31: Studien, die für beide Geschlechter oder Männer oder Frauen einerseits den Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft als Mortalitätsprädiktor bestätigten und andererseits nicht bestätigen konnten.....	142
Tab.32: Studien, die für beide Geschlechter oder Männer oder Frauen den Zusammenhang zwischen der Handgriffkraft als Mortalitätsprädiktor bestätigten.....	144
Tab.33: Ergebnisse der Studien, die bestätigten, dass die Handgriffkraft zur Vorhersage der Mortalität geeignet ist.....	147

LEBENS LAUF

PERSÖNLICHE DATEN

Name: Kai Scheve
Anschrift: Marxergasse 11/4
A-1030 Wien
kai.scheve@gmx.at
Geburtsdatum/ -ort 18.12.1978 in Aachen/Deutschland
Staatsangehörigkeit: Deutsch
Familienstand: ledig

BERUFSERFAHRUNG

06|2012 – laufend Holmes Place Wien GmbH, Club Hütteldorf
Gym Manager

- > Führung und Betreuung eines 25 Personen starken Personal Trainer/innen und Trainer/innen Teams
- > Schulungen, Weiterbildungen und Training der Mitarbeiter/innen (trainingswissenschaftlich und clubspezifisch)
- > Umsetzung, Erarbeitung und Erstellung von Marketingstrategien
- > Verantwortungsvolle Durchführung der administrativen Vorgaben
- > Aktiver Verkauf von Personal Training
- > Durchführung von qualitativ hochwertigem Personal Training
- > Erreichung des Umsatzzieles im Personal Training
- > Budget und Payroll Verantwortung

10|2011 – 06|2012 Bildungskarenz für Abschluss des Magister-Studiums der Sportwissenschaft/Trainingswissenschaft an der Universität Wien

06|2011 – 10|2011 Holmes Place Wien GmbH, Club Hütteldorf
Gym Manager

- 03|2011 – 06|2011 Holmes Place Wien GmbH, Club Hütteldorf
Assistant Club Manager - Sales Management
- > zielgrößenbezogene Führung des Sales Teams (6 Personen)
 - > Vertretung und direkte Unterstützung des Clubmanagers
 - > Personalmanagement einschließlich Aus- und Fortbildung der Mitarbeiter/innen im Club im Bereich Sales und Training
 - > Aktive Akquise von Neukontakten innerhalb und außerhalb des Unternehmens
 - > Promotionaktionen zur Neukund/innengewinnung
 - > Periodische Sales- und Marketingplanung
 - > Qualitätssicherung und Sicherstellung der Kundenzufriedenheit
 - > Kontrolle und Einhaltung von firmeninternen Richtlinien und Standards
- 10|2009 – 02|2011 Holmes Place Hütteldorf (Holmes Place Wien GmbH)
Gym Manager und stellvertretender Club Manager
- 10|2009 – laufend Holmes Place Hütteldorf (Holmes Place Wien GmbH)
Personal Trainer
- > Rehab Training nach Verletzungen
 - > Gewichtsreduktion und Gewichtsmanagement
 - > Entspannungstraining
 - > Aqua Training
 - > Kräftigungs und Koordinationstraining
 - > Ausdauertraining
 - > Rücken und Wirbelsäulentraining mit Schwerpunkt Rumpfstabilität
 - > Motorisch-funktionelles Training
- Referent und Ausbilder für Personal Trainer/innen der Holmes Place Academy in den Bereichen theoretisches Wissen und praktische Anwendung für
- > Allgemeine und spezielle Trainingslehre
 - > Core Stability und Core Training

	<ul style="list-style-type: none"> > Manual Resistance und Assistant Stretching > Motivation
10 2009 – laufend	<p>Holmes Place Hütteldorf (Holmes Place Wien GmbH)</p> <p>Kurstrainer/Instructor</p> <ul style="list-style-type: none"> > Indoor Cycling > Aqua Fitness > RückenFit > Wirbelsäulen Einheiten > Kräftigung und Toning
05 2009 – 10 2009	<p>Vitalclub Elixia Hütteldorf, Wien Elixia Austria GmbH</p> <p>Produkt Manager und Stellvertretender Club Manager</p> <ul style="list-style-type: none"> > Führung des Trainer/innen und GroupTrainer/innen Teams > Konzeption und Evaluation in den Bereichen Produkt und Group Training > Schulungen, Weiterbildungen und Training der untergebenen Mitarbeiter/innen (trainingswissenschaftlich und clubspezifisch) > Qualitätssicherung > Zielerreichung der Budgetvorgaben im Bereich Kundenbindung, Budgetverantwortung im Produktbereich
11 2007 – 5 2009	<p>Vitalclub Elixia Hütteldorf, Wien Elixia Austria GmbH</p> <p>Beschäftigung als Vital Coach</p> <p>Tätigkeit als Personal Trainer</p> <ul style="list-style-type: none"> > Trainingsplanung, Reha- und Prävention, Gesundheitstraining, Entspannungstraining > Tätigkeit als Wirbelsäulentrainer
04 2007 – laufend	<p>Daniel Bata Training Academy–School of Aerobic, Fitness & Dance, Wien</p> <p>Ausbilder/Referent für Fitness-, Wellness- und Personal Trainer/innen</p>

- > Organisation und Durchführung der Ausbildung
- > Konzepterstellung
- > Skripterstellung
- > Prüfungsvorbereitung und –abnahme
- > Bearbeitung aller administrativen Aufwände

Ausbilder/Referent für Aqua-Fitness

- > Organisation und Durchführung der Ausbildung
- > Konzepterstellung
- > Skripterstellung
- > Prüfungsvorbereitung und –abnahme
- > Bearbeitung aller administrativen Aufwände

Ausbilder/Referent für Indoor Cycling

- > Organisation und Durchführung der Ausbildung
- > Konzepterstellung
- > Skripterstellung
- > Prüfungsvorbereitung und –abnahme
- > Bearbeitung aller administrativen Aufwände

10 2006 -11 2007	<p>Elixia Health & Wellness Club Hütteldorf, Wien</p> <p>Teilzeitbeschäftigung als Fitness- und Gesundheitstrainer</p> <p>Tätigkeit als Personal Trainer</p>
11 2005 – 03 2008	<p>Oasis Fitness GmbH, Lassalestr.7a, 1020 Wien</p> <p>Indoor Cycling Trainer</p> <p>Personal Trainer</p>
12 2003 – 10 2009	<p>Elixia Health & Wellness Club Hütteldorf, Wien</p> <p>Indoor Cycling Trainer</p>

- 06|2004 – 09|2010 Bodystyle Fitness Studio, Wien
Indoor Cycling Trainer
Aerobic- und Toning Trainer
- 08|2004 – 06|2009 Elixia Health & Wellness Club Hütteldorf, Wien
> Aqua-Fitness Trainer
- 04|2005 – laufend Selbständige Tätigkeit als Reiki Meister & Lehrer
> Reiki Behandlungen
> Ausbildungen aller Reiki Grade
> Durchführung und Organisation von Seminaren
- 06|2005 Benefit, Wien
> Durchführung von Weiterbildungen und Seminaren
- 02|2004 – 02|2011 Selbständige Tätigkeit als Skilehrer
> Skilehrer für Schulklassen und Privatunterricht
- 10|2001 – 09|2003 Fitness Class Magdeburg, Deutschland
Fitness Trainer
Indoor Cycling Trainer
- 03|2002 – 09|2003 Body Balance Trainer

PRAKTIKA

02|2003 – 05|2003 Body in Form Personal Fitness Coaching, Magdeburg,
Deutschland
Praktikum als Personal Trainer

04|2001 – 10|2001 Club Punta Arabi, Ibiza, Spanien
Praktikum als Sportanimateur

Ausbildungen

UNIVERSITÄRE AUSBILDUNG

10|2007 - laufend **Universität Wien, Institut für Sportwissenschaft**

Magister-Studium der Sportwissenschaft/Trainingswissenschaft an
der Universität Wien

10|2003 – 6|2011 Abschluss des Bakkalaureats Sportwissenschaften/Leistungssport
an der Universität Wien

10|1999 – 6|2003 **Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg**

Magister-Studium Sportwissenschaft mit Schwerpunkt
Trainingswissenschaft, Nebenfächer Psychologie und Pädagogik

WEITERBILDUNG UND ZERTIFIKATE

07|2011 Spinning Instructor Ausbildung/Weiterbildung

07|2011 Powerplate Schulung

11 2009	Personal Trainer Ausbildung/Fortbildung der Holmes Place Wien GmbH
09 2008	Aus- und Weiterbildungen durch die Elixia Austria GmbH: BestAge (Alters-/Senioren-sport), Kräftigung und Ausdauer Haltungsschulung und Beckenbodentraining, Flexibar und Xco, Bosu
05 2008	Personal Trainer Aus- und Fortbildung für akademische Personal Trainer bei DiePersonalTrainer (Gesellschaft für sportwissenschaftliche Betreuung GesmbH)
6 2007 – 07 2007	Trinergy-NLP Practitioner Ausbildung
05 2006	Polar Own-Zone Guide
10 2005	Aerobic B-Lizenz
05 2005	Pump Instructor
06 2004	Aqua-Fitness-Trainer
02 2003	Skilehrer
09 2002	Reiki – Meister/Lehrer Grad
04 2002	Body Balance-Trainer
12 2001	Reiki 2.Grad
06 2001–10 2001	Indoor Cycling -Trainer I und II
04 1999	Reiki 1.Grad

WEITERE KENNTNISSE|SEMINARE

10 2009	2-Punkt Quanten System Seminar I think for, Dagmar Kasteliz, Steinabrückl
03 2008	Photo- &Speedreading Seminar (AlphaSystemSpeedReading) I think for, Dagmar Kasteliz, Bad Fischau

01 2008	Sales Schulung („Professionelle Kundenberatung im Sales-Gespräch“) Elixia Health & Wellness Club, Wien
11 2007	“Genes and Physical Performance” – Certificate Sport Medicine international Symposium International Olympic Committee, Wien
02 2007	“NLP-Kompakt & Trinergy” Seminar Trinergy International, Wien
05 2006	Polar Workshop für herzfrequenzorientiertes Training Polar Austria, Wien

SCHULISCHER WERDEGANG

07 1998-10 1999	Zivildienst bei den Stormarner Werkstätten in Ahrensburg - Zusammenarbeit mit behinderten Menschen
1989 – 1998	Gymnasium im Schulzentrum am Heimgarten in Ahrensburg, Deutschland Abitur im Gymnasium im Schulzentrum am Heimgarten
1985 – 1989	Grundschule Am Reesenbüttel in Ahrensburg, Deutschland

Erklärung

„Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe und nur die ausgewiesenen Hilfsmittel verwendet habe. Diese Arbeit wurde weder an einer anderen Stelle eingereicht (z.B. für andere Lehrveranstaltungen) noch von anderen Personen (z.B. Arbeiten von anderen Personen aus dem Internet) vorgelegt.“

Kai Scheve

(Kai Scheve)